

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман**

# **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**

## **РОЗДІЛ: МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ**

**Курс лекцій для дистанційного режиму навчання**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Тепло- і парогенеруючі установки»  
спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»,  
за освітньою програмою «Атомні електричні станції»,  
спеціальності 143 «Атомна енергетика»,  
за освітньою програмою «Теплофізика»  
спеціальності 144 «Теплоенергетика»*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2021

Рецензенти: *Письменний Євген Миколайович*, докт. техн. наук, проф.  
*Баишта Олена Трифонівна*, канд. техн. наук, проф.

Відповідальний  
редактор *Гнітецька Тетяна Віталіївна*, канд. техн. наук, доц.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 25.02.2021 р.)  
за поданням Вченої ради фізико-математичного факультету (протокол № 12 від 22.02.2021 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

*Білицька Надія Василівна*, канд. техн. наук, доц.  
*Гетьман Олександра Георгіївна*, канд. техн. наук, доц.

# ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

## РОЗДІЛ: МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ Курс лекцій для дистанційного режиму навчання

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА. Розділ: Машинобудівне креслення. Курс лекцій для дистанційного режиму навчання [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 142 «Енергетичне машинобудування», 143 «Атомна енергетика», 144 «Теплоенергетика» /Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 19,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 95с.

© Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман 2021  
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021

У навчальному посібнику висвітлені питання викладання розділу «Машинобудівне креслення» в курсі «Інженерна графіка» в режимі дистанційного навчання.

Оскільки традиційне читання лекцій в умовах карантину є неможливим, пропонується надання такої інформації за допомогою платформи ZOOM. Це сприймається значно складніше, ніж при безпосередньому спілкуванні викладача зі студентами. Але надання матеріалу у вигляді, що пропонується авторами, допускає існування діалогу зі студентами, сприяє інтенсифікації самостійної роботи.

Перевагою такого спілкування є також можливість демонструвати кресленники, які виконані з більш високою якістю, ніж викладач може накреслити на дошці за традиційним варіантом: вони виконані за допомогою комп'ютерного графічного пакета.

У навчальному посібнику наведені презентації лекцій з розділу «Машинобудівне креслення» курсу інженерної графіки, які виконані у програмі Microsoft PowerPoint.

В презентаціях застосовуються чисельні кольорові ілюстрації технічних об'єктів та їх креслеників, що розглядаються в курсі. На початку кожної лекції наведені основні питання, які розглядаються в лекції. Основні положення та визначення виділені кольором, та ілюструються кількома прикладами. Наприкінці лекції наведені висновки.

Навчальний посібник призначений для студентів технічних спеціальностей.

## Зміст

Вступ .....	5
1. Лекція 1. Ескізи та робочі кресленики. Нарізь. ....	6
Питання та завдання для самоперевірки .....	27
2. Лекція 2. Ескізи та робочі кресленики. Деталь з наріззю. ....	28
Питання та завдання для самоперевірки ... ..	52
3. Лекція 3. Ескізи та робочі кресленики. Деталь типу «Вал». ....	53
Питання та завдання для самоперевірки .....	58
4. Лекція 4. Ескізи та робочі кресленики. Колесо зубчасте. ....	75
Питання та завдання для самоперевірки .....	93
Література .....	94



## Вступ

Навчальний посібник з машинобудівного креслення для дистанційного режиму навчання призначений для студентів, які вивчають курс інженерної графіки за скороченою програмою.

Інженерна графіка належить до дисциплін, що складають основу інженерної освіти. У цьому курсі вивчають методи зображень просторових форм на площині, способи створення креслеників технічних об'єктів та низку стандартів, які регламентують правила відображення цих об'єктів на креслениках. Крім того, вивчення інженерної графіки сприяє розвитку просторового уявлення, яке є необхідним для професійної діяльності будь-якого інженера.

Оскільки традиційне читання лекцій в умовах карантину є неможливим, пропонується надання такої інформації за допомогою платформи ZOOM. Це сприймається значно складніше, ніж при безпосередньому спілкуванні викладача зі студентами. Але надання матеріалу у вигляді, що пропонується авторами, допускає існування діалогу зі студентами, сприяє інтенсифікації самостійної роботи.

Перевагою такого спілкування є також можливість демонструвати кресленики, які виконані з більш високою якістю, ніж викладач може накреслити на дошці за традиційним варіантом: вони виконані за допомогою комп'ютерного графічного пакета.

У навчальному посібнику наведені презентації лекцій з розділу «Машинобудівне креслення» курсу інженерної графіки, які виконані у програмі Microsoft PowerPoint.

В презентаціях застосовуються чисельні кольорові ілюстрації технічних об'єктів. На початку кожної лекції наведені основні питання, які розглядаються на лекції. Основні положення та визначення виділені кольором, та ілюструються кількома прикладами. Наприкінці лекції наведені висновки.

Посібник складений з урахуванням методичних розробок кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ «КПІ»: підручника В.В.Ванін, В.В.Перевертун, Т.М.Надкернична, Власюк Г.Г. «Інженерна графіка», навчального посібника для самостійної роботи студентів при вивченні теми "Розробка робочих креслеників та ескізів деталей при вивченні дисципліни "Інженерна графіка для студентів усіх спеціальностей" 2009 р. Укладачі: В. В. Ванін, О. М. Воробйов, А. Є. Ізволєнська, Н. А. Парахіна.

Вивчення курсу здійснюється згідно з робочою програмою дисципліни. Для полегшення засвоєння матеріалу з кожної теми студенти виконують кресленики за викладеною темою.

## **Лекція 1. Ескізи та робочі кресленики. Нарізь**

Лекція присвячена вивченню нарізей, які частіше за все мають місце при конструюванні деталей в машинобудуванні. Розглядається схема утворення нарізі, звертається увага на параметри нарізі, якими характеризується будь-яка нарізь та її класифікація. Вивчається зображення та позначення основних кріпильних та ходових нарізей згідно з відповідними стандартами.

Розглядається нанесення розмірів на зовнішніх та внутрішніх нарізях для кожного типу нарізі. Значна увага приділяється зображенню та позначенню нестандартних нарізей. Особливий акцент робиться на нанесенні розмірів нестандартної нарізі.

Розглядаються можливі технологічні елементи деталей із наріззю.

# Тема 3. Ескізи та робочі кресленики

## Нарізь

Активация Windows  
чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Пара

## ОСНОВНІ ПИТАННЯ

1. Створення нарізі.
2. Класифікація нарізей.
3. Параметри нарізі.
4. Зображення нарізі на кресленнику.
5. Стандартні види нарізей.
6. Висновки.

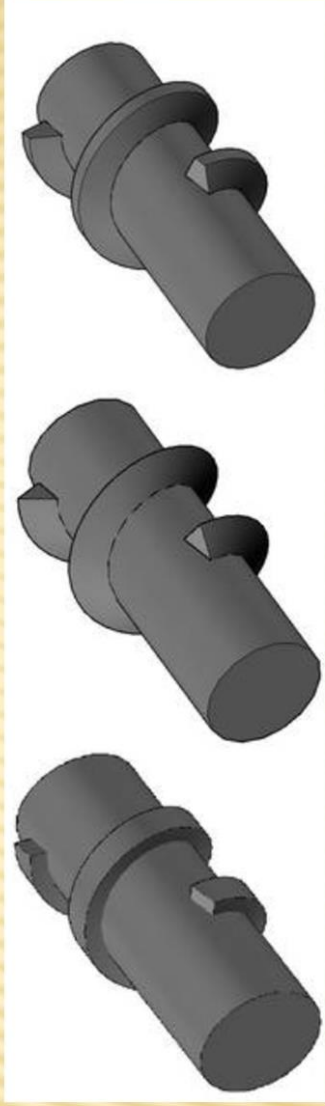


## Створення нарізі



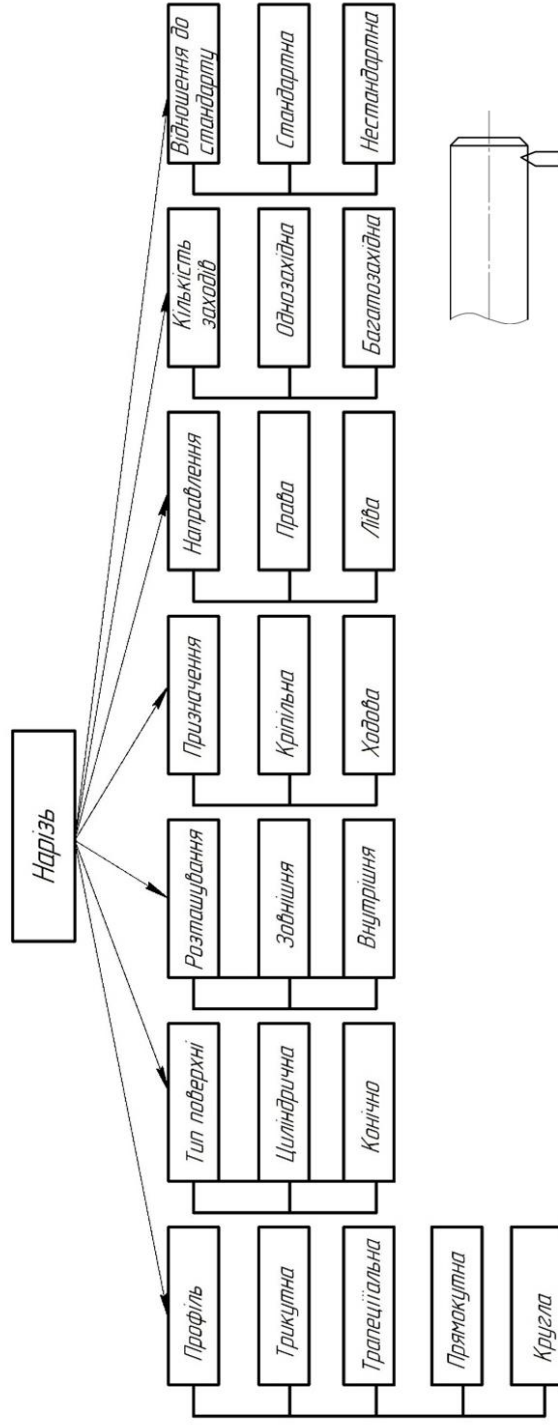
Утворення нарізі на токарному верстаті.

Нарізь - це елемент деталі, що утворюється гвинтовим рухом плоского контуру по циліндричній або конічній поверхні.



Нарізь призначена для з'єднання деталей між собою або для передачі руху від однієї до іншої.

## Класифікація нарізів.



За призначенням нарізі поділяються на кріпильні та ходові.

Кріпильна нарізь - нарізь, яка виконується на виробх, призначених для нерухомого з'єднання деталей між собою.

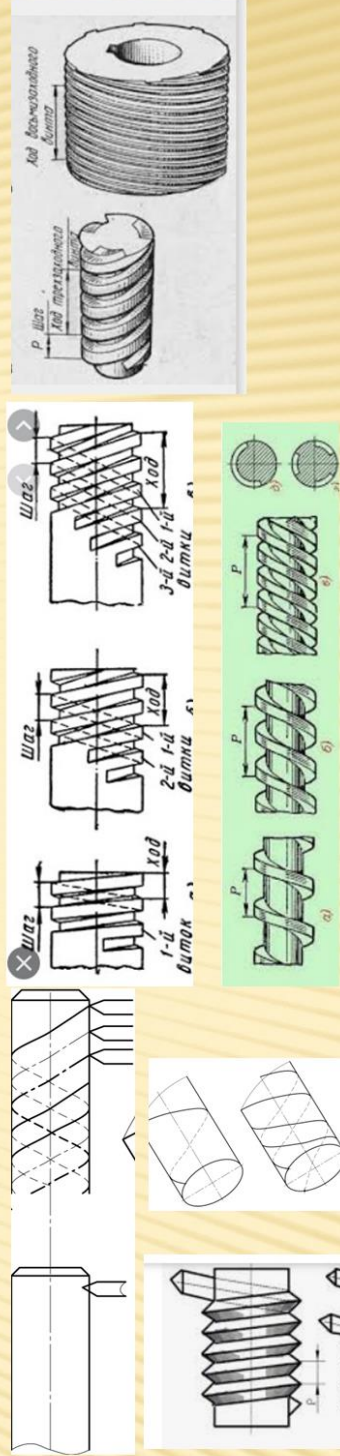
Ходова нарізь - виконується на виробх, призначених для передачі руху, наприклад, у домкратах (трапецеїдальна, упорна, прямокутна).

Права нарізь - нарізь, утворена профілем, який обертається за рухом годинникової стрілки й переміщується вздовж осі у напрямі від спостерігача.

Ліва нарізь - утворюється профілем, який обертається проти годинникової стрілки.



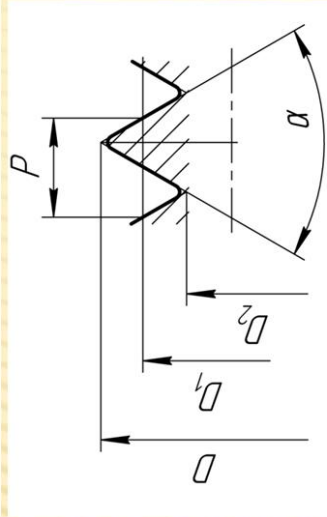
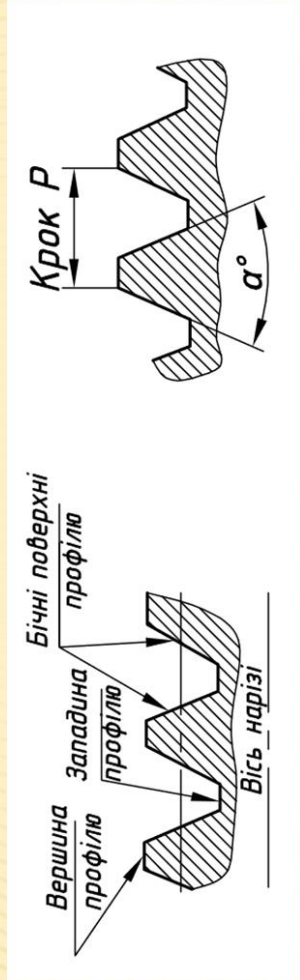
За числом заходів нарізі поділяються на однозахідні і багатозахідні: дво-, тризахідні,... Однозахідна нарізь - нарізь, у торцевому перерізі якої починається одна гвинтова лінія. Багатозахідна нарізь - це нарізь, у торцевому перерізі якої починається більш ніж одна гвинтова лінія.



Крок  $P$  – це відстань між сусідніми однойменними точками профілю.  
Хід  $Ph$  – це відстань, на яку переміщується деталь з нарізю в осевому напрямі, при оберті на 360 градусів.  
 $n$  – кількість заходів.  
Для однозахідної нарізі  $Ph = P$  ;  
Для багатозахідної нарізі  $Ph = n \times P$

Стандартні нарізі відрізняються тим, що на кресленнику слід вказувати тільки їх умовне позначення, замість усіх розмірів, які потрібні для нестандартних.

## Параметри нарізі



$D$  – зовнішній діаметр;  
 $D_1$  – середній діаметр;  
 $D_2$  – внутрішній діаметр;  
 $P$  – крок;  
 $\alpha^\circ$  – кут профілю.

**Вісь нарізі** - це вісь, відносно якої утворена гвинтова поверхня нарізі.

**Профіль нарізі** - це форма вершин й западин осьового перерізу нарізі.

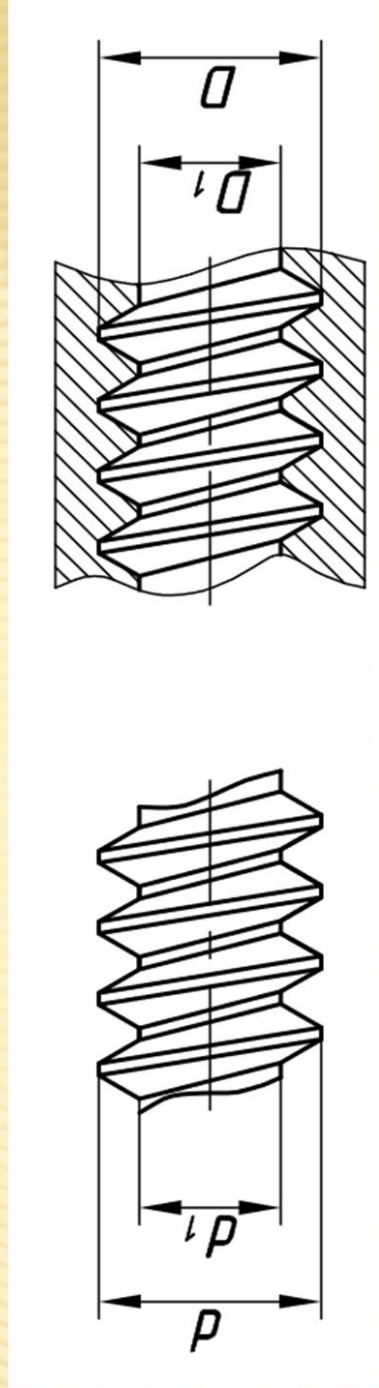
**Кут профілю нарізі  $\alpha^\circ$**  - кут між суміжними бічними поверхнями нарізі у площині осьового перерізу.

**Крок нарізі  $P$**  - відстань між сусідніми однойменними бічними поверхнями профілю.



**Зовнішній діаметр** циліндричної нарізі  $d$ ;  $D$  - діаметр циліндра, описаного навколо вершин зовнішньої нарізі чи западин внутрішньої.

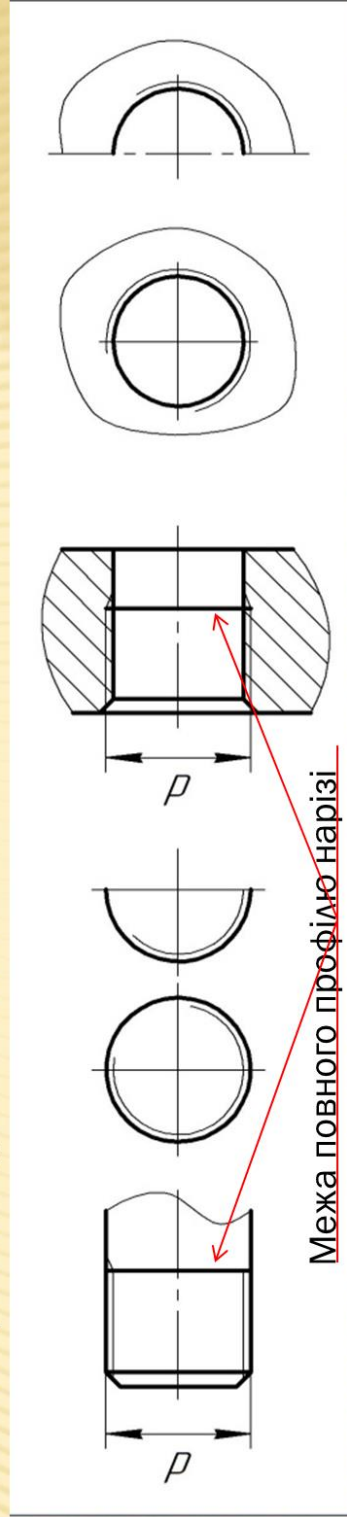
**Внутрішній діаметр** циліндричної нарізі  $d_1$ ;  $D_1$  - діаметр циліндра, вписаного в западини зовнішньої нарізі чи вершини внутрішньої.



## Зображення нарізі на кресленку

Нарізь на кресленках зображується умовно.

Складна поверхня нарізі замінюється двома циліндричними поверхнями для виступів та западин. Поверхня виступів зображується основною товстою лінією, а поверхня западин – тонкою.

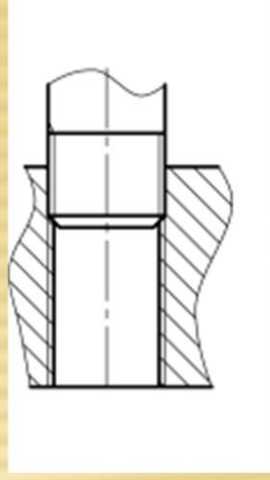


На виді з торця нарізі (виді зліва) товстою лінією проводиться повне коло, а тонкою – дуга кола з розривом в  $\frac{1}{4}$  частину кола.

Якщо зліва зображена тільки частина виду, то тонкою лінією проводиться дуга кола, яка дорівнює  $\frac{3}{4}$  цієї частини.

Дуга кола не повинна починатися та закінчуватися на осях кола.

**Фаска на виді зліва не зображується!!!**

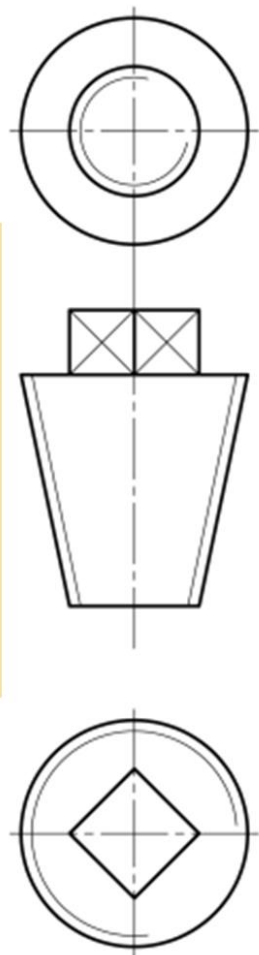


Зображення нарізі в з'єднаннях.

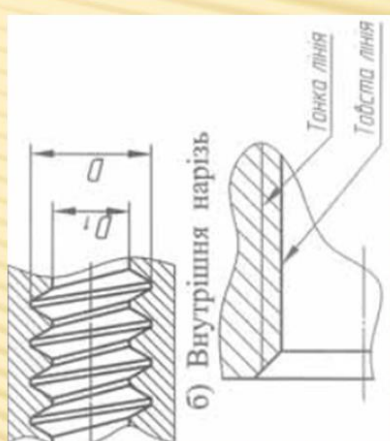
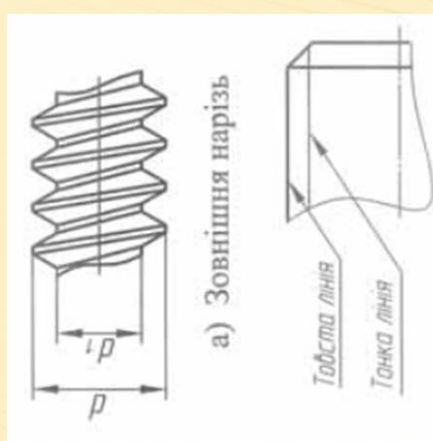
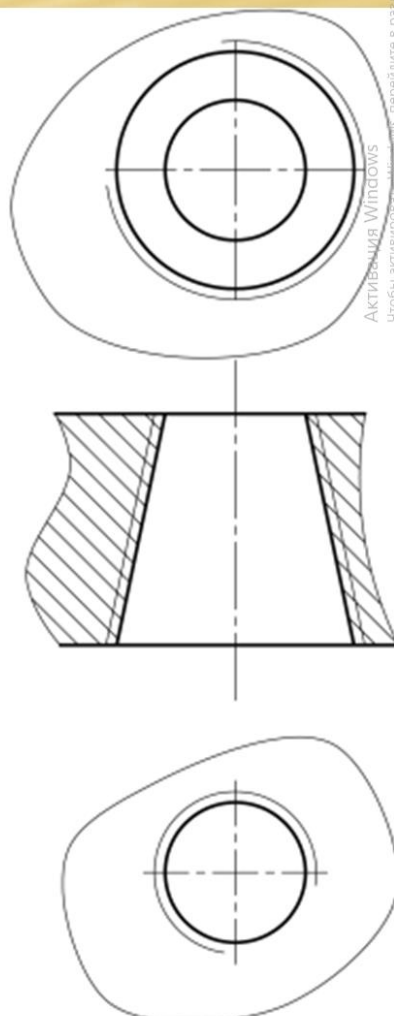
Сторона активізована. Миттєво, перейдіть в розділ "Параметри".

## Зображення конічних нарізів

### Зовнішня нарізь



### Внутрішня нарізь



Відстань між товстою та тонкою лініями не повинна бути менш ніж 0,8 мм.



## Стандартні види нарізей

Спочатку розглянемо кріпильні нарізі. Найбільш розповсюджена нарізь – метрична.

### 1. Метрична циліндрична нарізь.

Діаметр та крок визначає ГОСТ 8724- 2002.

Для кожного діаметра нарізі до 68 мм встановлюється один великий крок та декілька дрібних.

Для діаметрів 70...600 - тільки дрібні кроки.

Профіль нарізі за ГОСТ 9150 -2002 – рівносторонній трикутник. Кут профілю  $60^\circ$ .

Метричні нарізі застосовуються як кріпильні.

На кресленнях для стандартних нарізей приводиться їх умовне позначення як розмір.

Для метричній нарізі воно має наступну структуру:

$T D \times Ph \text{ [P] } - N$ ,

де  $T$  – тип нарізі, для метричної -  $M$ ,

$D$  – зовнішній діаметр нарізі,

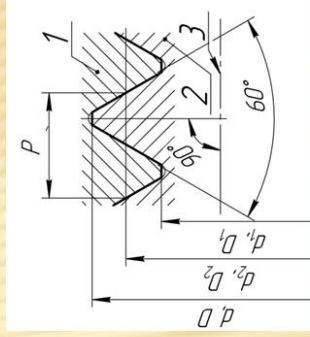
$Ph$  – хід нарізі, для однозахідної дорівнює кроку,

$P$  – крок, для однозахідної додатково не вказується,

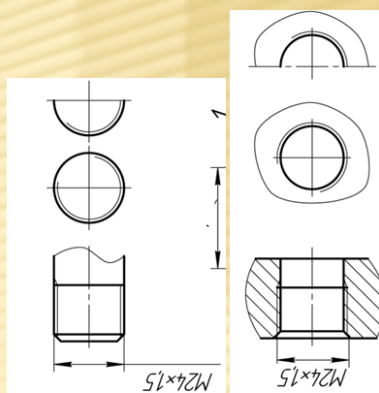
$N$  – напрямки ( $LH$  - для лівої, права – по замовченню)

**[P]** - значення параметра.

Оскільки кожний номінальний діаметр метричної нарізі має тільки один великий крок, то в умовному позначенні він не вказується.



# Умовне позначення метричної нарізі.



**M18** – нарізь метрична, зовнішній діаметр 18, крок – великий 2,5, однозахідна, права.  
**M18x1,5** - нарізь метрична, зовнішній діаметр 18, крок – дрібний 1,5, однозахідна, права.  
**M18xRh3P1 - LH** - нарізь метрична, зовнішній діаметр 18, крок – дрібний 1,5, трихзахідна, ліва.

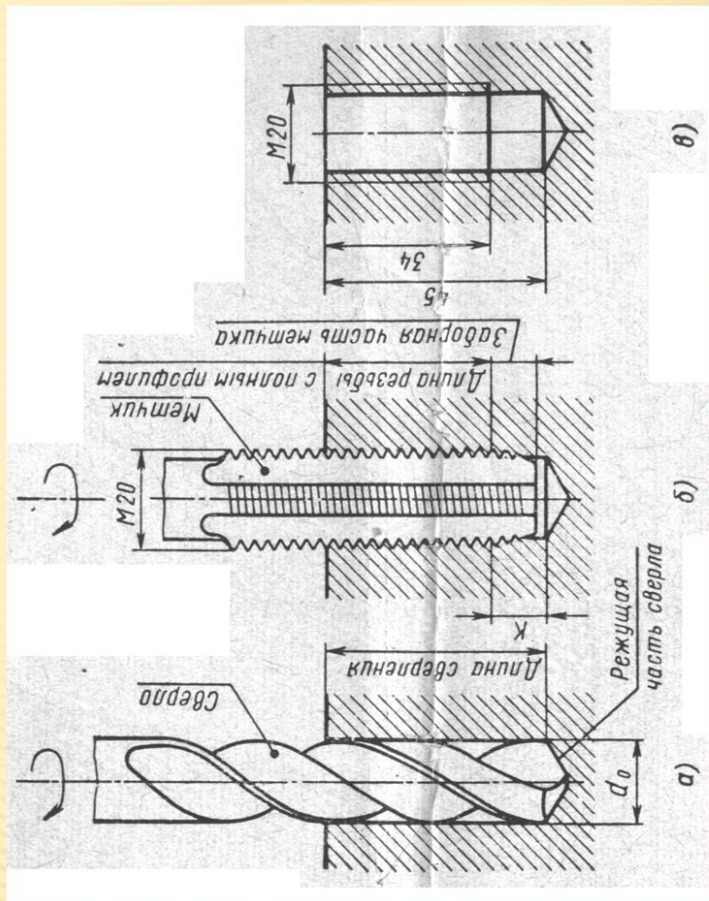
Діаметр нарізі			Крок нарізі P					
Зовнішній d, D	Внутрішній d <sub>i</sub> , D <sub>i</sub>		Великий	Дрібний				
	P великий	P дрібний						
M3	2,459	D <sub>i</sub> =D-1,0825·P	0,5	0,35				
M4	3,242		0,7	0,5				
M5	4,134		0,8	0,5				
M6	4,917		1	0,75	0,5			
M8	6,647		1,25	1	0,75	0,5		
M10	8,376		1,5	1,25	1	0,75	0,5	
M12	10,106		1,75	1,5	1,25	1	0,75	0,5
M14	11,835		2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
M16	13,835		2	1,5	1	0,75	0,5	
M18	15,294		2,5	2	1,5	1	0,75	0,5
M20	17,294		2,5	2	1,5	1	0,75	0,5
M22	19,294		2,5	2	1,5	1	0,75	0,5
M24	20,752		3	2	1,5	1	0,75	
M27	23,752		3	2	1,5	1	0,75	
M30	26,211		3,5	3	2	1,5	1	0,75
M33	29,211		3,5	3	2	1,5	1	0,75
M36	31,670	4	3	2	1,5	1		
M39	34,670	4	3	2	1,5	1		
M42	37,129	4,5	4	3	2	1,5	1	
M45	40,129	4,5	4	3	2	1,5	1	
M48	42,587	5	4	3	2	1,5	1	
M52	46,587	5	4	3	2	1,5	1	
M56	50,046	5,5	4	3	2	1,5	1	
M60	54,046	5,5	4	3	2	1,5	1	

Позначка метричної нарізі: M24 — нарізь права з великим кроком; M24×1,5 — нарізь права з дрібним кроком; M24×1,5-LH — нарізь ліва з дрібним кроком; M24×Rh3P1,5-LH — нарізь ліва двоохлодова з дрібним кроком.

Параметри



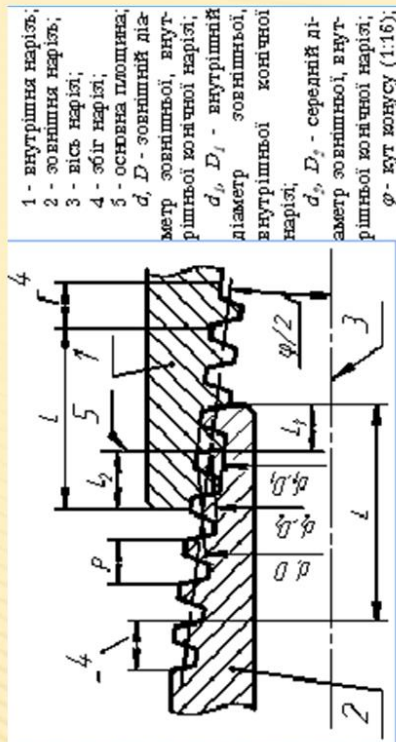
## Створення нарізі в глухому отворі.



Для отримання глухого нарізевого отвору спочатку виконують просвердлю, потім нарізають нарізь метчиком. Для поступового врізання у метал метчики мають конічну заборну частину, яка при обробці у кінці отвору утворює збіг нарізі, тому неможливо мати нарізь з повним профілем по всій довжині отвору. Але на кресленнику вказують довжину нарізі з повним профілем.

Дно отвору, що утворено ріжучою частиною свердла, — це деяка поверхня обертання, яку умовно показують на кресленнику як конічну з кутом при вершині, що дорівнює  $120^\circ$ , його розміри на кресленнику не проставляють.

## 2. Метрична конична нарізь ГОСТ 25229-82.



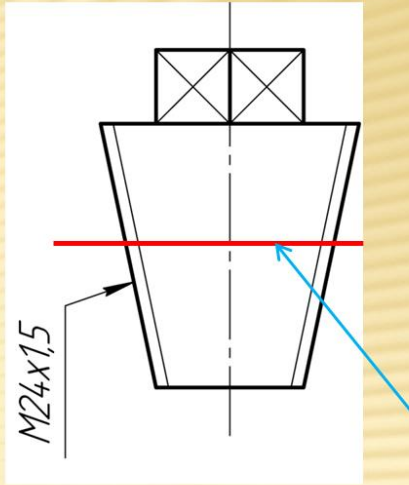
φ/2 - кут ухилу;

P - крок нарізі;

L - робоча довжина нарізі;

L<sub>1</sub> - довжина зовнішньої нарізі від торця до основної площини;

L<sub>2</sub> - довжина внутрішньої нарізі від торця до основної площини.



Основна площина

Позначення нарізі виноситься на полчку.

Крок вказується завжди.

φ = 1° 47' 24''.

Застосовується як кріпильна, дозволяє з'єднувати її з циліндричною нарізною. Приклади позначки нарізі.

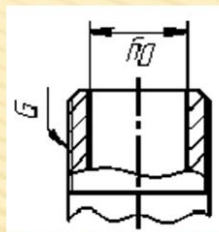
МК24х1,5 – нарізь прова  
МК24х1,5 LH – нарізь ліва.

Номинальний діаметр нарізі, d	P	Діаметри нарізі в основній площині		Довжина нарізі		
		φ=D	d <sub>1</sub> =D <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> =D <sub>2</sub>	L	L <sub>1</sub> L <sub>2</sub>
6	1	6,0	3,35	4,917	8	2,5 3
8		8,0	4,35	6,917		
10		10,0	5,35	8,917		
12		12,0	6,35	10,917		
14	1,5	14,0	7,35	12,917	11	3,5 4
16		16,0	8,35	14,917		
18		18,0	9,35	16,917		
20		20,0	10,35	18,917		
22		22,0	11,35	20,917		
24		24,0	12,35	22,917		
27	2	27,0	13,35	24,917	16	5 6
30		30,0	15,35	27,917		
33		33,0	17,35	30,917		
36		36,0	19,35	33,917		
39		39,0	21,35	36,917		

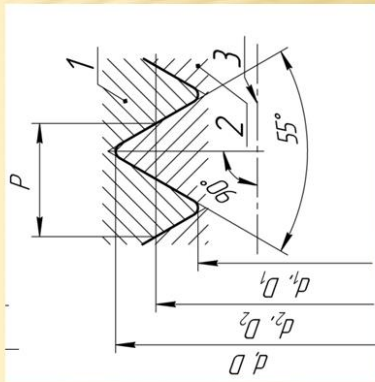


### 3. Трубна циліндрична нарізь ГОСТ 6357-81.

Застосовується на трубах та деталях трубних з'єднань.

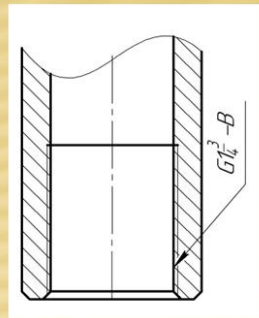
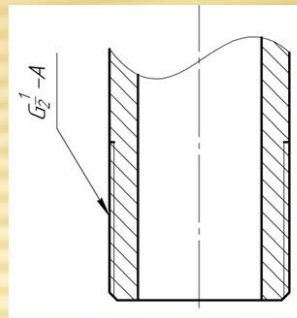


Профіль – рівнобічні трикутники з кутом  $55^\circ$ .  
Трубну нарізь позначають у дюймах, причому вказують не зовнішній діаметр, а діаметр умовного проходу труби.



- 1 - внутрішня нарізь;
- 2 - зовнішня нарізь;
- 3 - вісь нарізї;
- $d, D$  - номінальний зовнішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізї;
- $d_1, D_1$  - номінальний внутрішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізї;
- $d_2, D_2$  - номінальний середній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізї.

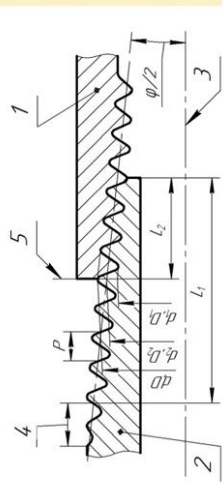
### Позначення нарізі на кресленнях



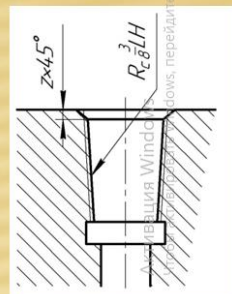
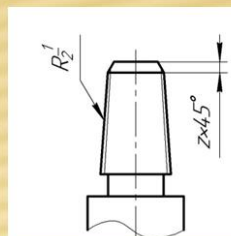
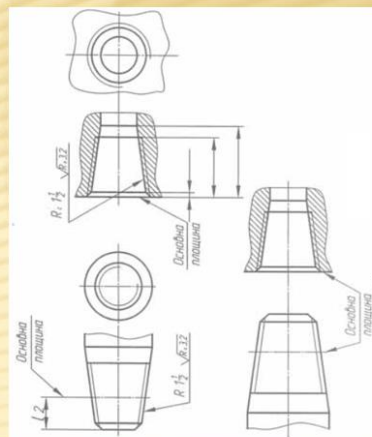
Позначка розміру нарізі		Крок P	Умовний прохід $D_T$	Діаметр нарізі	
Ряд 1	Ряд 2			$d-D$ зовнішня	$d_1-D_1$ внутрішня
G1/4		1,337	8	13,157	11,445
G3/8		1,337	10	16,662	14,950
G1/2		1,814	15	20,955	18,631
G5/8		1,814	15	22,911	20,587
G3/4		1,814	20	26,441	24,117
		1,814	20	30,201	27,877
G1		2,309	25	33,249	30,291
		2,309	25	37,897	34,939
G1 1/4		2,309	32	41,910	38,952
		2,309	32	44,323	41,365
G1 1/2		2,309	40	47,803	44,845
		2,309	40	53,746	50,788
G2		2,309	50	59,614	56,656
G2 1/2		2,309	55	75,184	72,226
		2,309	55	81,534	78,576
G3		2,309	80	93,980	91,022



#### 4. Труба конічна наріз ГСТ 62111-81.



$L_1$  – робоча довжина нарізі;  
 $L_2$  – довжина зовнішньої нарізі від торця до основної площини.



Позначка розміру нарізі	Крок $P$	Діаметр нарізі в основній площині		Довжина нарізі	
		$d=D$	$d_1=D_1$	$L_1$	$L_2$
1/16	0,907	7,723	6,561	6,5	4,0
1/8		9,728	8,566		
1/4	1,337	13,157	11,445	9,7	6,0
3/8		16,662	14,950		
1/2	1,814	20,955	18,631	13,2	8,2
3/4		26,441	24,117		
1	2,309	33,249	30,291	16,8	10,4
1 1/4		41,910	38,952		
1 1/2	2,309	47,803	44,845	19,1	12,7
2		59,614	56,656		
2 1/2	2,309	75,184	72,226	23,4	15,9
3		91,271	88,313		

#### Позначка трубної конічної нарізі:

$RH_{1/2}$  - зовнішня трубна конічна наріз  $1\frac{1}{2}$  права;  
 $RcH_{1/2}$  - внутрішня трубна конічна наріз  $1\frac{1}{2}$  права;  
 $RH_{1/2} LH$  - зовнішня трубна конічна наріз  $1\frac{1}{2}$  ліва;  
 $RcH_{1/2} LH$  - внутрішня трубна конічна наріз  $1\frac{1}{2}$  ліва;

## 5. Трапецеїдальна нарізь ГОСТ 24737-81.

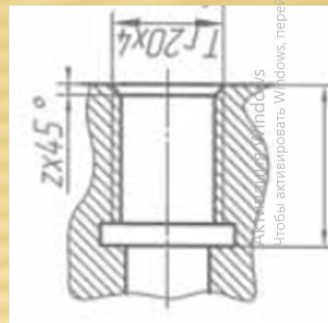
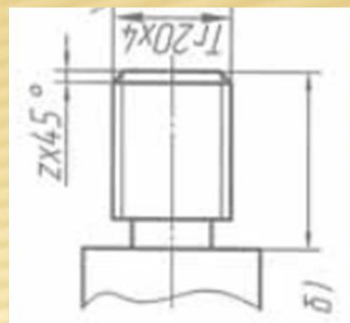
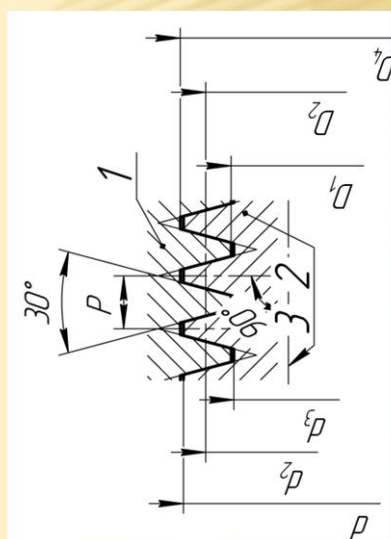
Трапецеїдальна нарізь застосовується як ходова для передачі руху від однієї деталі до іншої.

Номинальний діаметр нарізї d	Крок P	Діаметр нарізї				Номинальний діаметр нарізї d	Крок P	Діаметр нарізї			
		зовнішній	серед- ній	внутрішній	d <sub>1</sub>			зовнішній	серед- ній	внутрішній	d <sub>1</sub>
8	1,5	8,3	7,25	6,2	6,5	40	3	d <sub>1</sub>	D <sub>4</sub>	d <sub>2</sub> =D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>
	2	8,0	7,0	5,5	6,0		6	40,0	40,5	38,5	37,0
10	1,5	10,3	9,25	8,2	8,5	44	7	44,0	41,0	38,5	37,0
	2	10,0	9,0	7,5	8,0		10	44,0	41,0	38,5	37,0
12	2	12,0	11,0	9,5	10,0	48	3	48,0	42,5	40,5	39,0
	3	12,5	10,5	8,5	9,0		7	48,0	42,5	40,5	39,0
16	2	16,0	15,0	13,5	14,0	55	8	55,0	49,0	46,5	45,0
	4	16,5	14,0	11,5	12,0		12	55,0	49,0	46,5	45,0
18	2	18,0	17,0	15,5	16,0	60	3	60,0	53,5	51,5	50,0
	4	18,5	16,0	13,5	14,0		8	60,0	53,5	51,5	50,0
20	2	20,0	19,0	17,5	18,0	66	3	66,0	59,5	57,5	56,0
	4	20,5	18,0	15,5	16,0		8	66,0	59,5	57,5	56,0
24	2	24,0	23,0	21,5	22,0	72	3	72,0	65,5	63,5	62,0
	3	24,5	22,5	20,5	21,0		8	72,0	65,5	63,5	62,0
30	3	30,0	28,5	26,5	27,0	80	3	80,0	71,5	69,5	68,0
	6	30,0	27,0	23,0	24,0		8	80,0	71,5	69,5	68,0
36	3	36,0	34,5	32,5	33,0	90	3	90,0	81,5	79,5	78,0
	6	36,0	33,0	29,0	30,0		8	90,0	81,5	79,5	78,0

Позначка трапецеїдальної нарізї: Тр24x3 — нарізь права;

Тр24x3 LH — нарізь ліва; Тр24x6(P3) — нарізь права двоохзаходова;

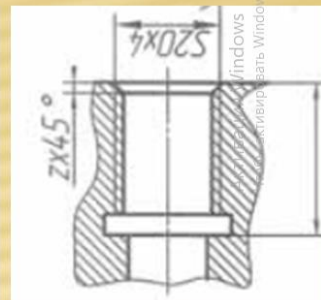
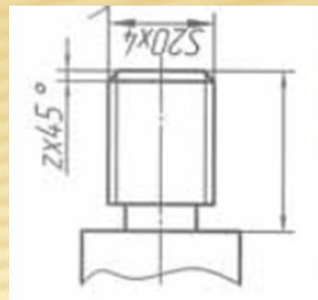
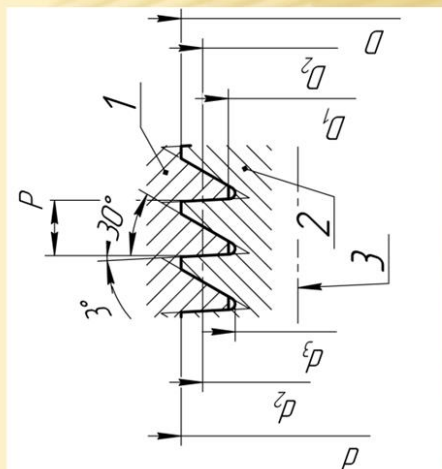
Тр24x6(P3)LH — нарізь ліва двоохзаходова.



## 6. Упорна нарізь ГОСТ 10177-82.

Упорна нарізь застосовується як силова для передачі  
однобічних зусиль від однієї деталі до іншої.

Діаметр нарізні d		Крок P													
Ряд 1	Ряд 2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14			
10 12 —	— 14	2 2 2	— 3 3												
16 18 20	— 18 —	2 2 2		4 4 4											
22 24 —	22 26 —	2 2 2	3 3 3		5 5 5										
28 30 32	— 30 —	2 —	3 3 3		5 —	6 6 6	8			10 10 10					
34 36 —	34 38 —		3 3 3			6 6 6	7 7 7			10 10 10					
40 42 44	— 42 —		3 3 3			6 8	7 7 7				12 12				
46 48 —	46 50 —		3 3 3					8 8 8			12 12 12				
52 54 60	— 55 —		3 3 3					8 8 8	9 9		12 12 12	14 14			
$d_2 = D_2 = d - 0,75P$		$d_3 = d - 1,735534P$													
Позначка упорної нарізні: S80x10 — нарізнь права; S80x10 LH — нарізнь ліва; S80x20(P10) — нарізнь права двохзаходова; S80x20(P10) LH — нарізнь ліва двохзаходова.		$D_1 = d - 1,5P$													

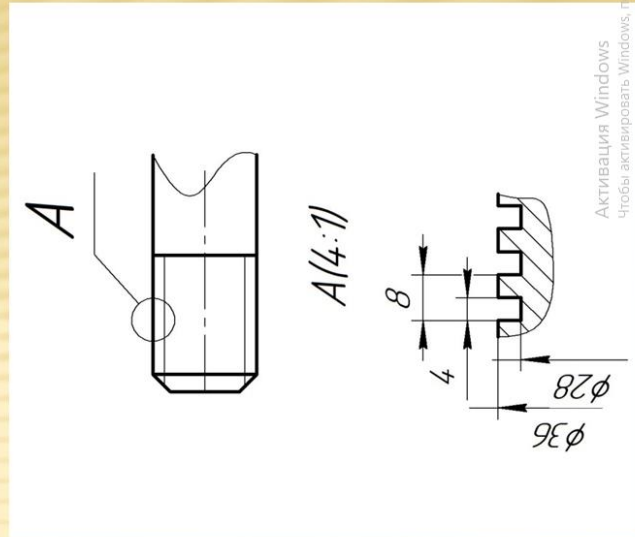
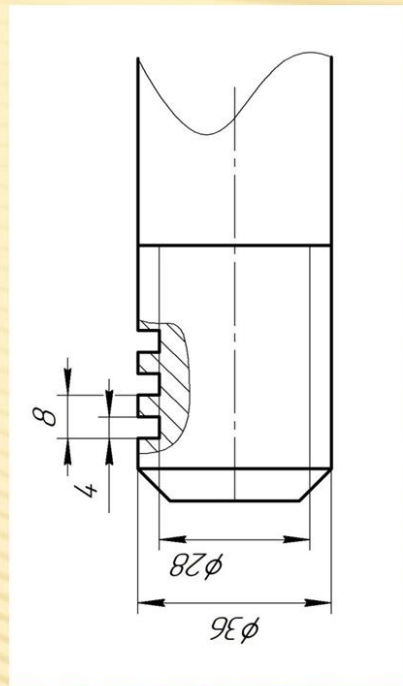




### Нестандартні нарізі

Нестандартні нарізі не можуть мати умовних позначень, тому при їх зображенні слід викреслювати профіль нарізі та супроводжувати його всіма розмірами, які необхідні для виготовлення нарізі.

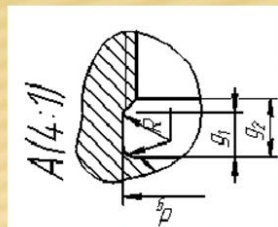
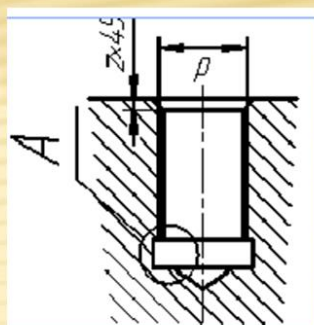
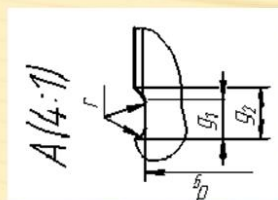
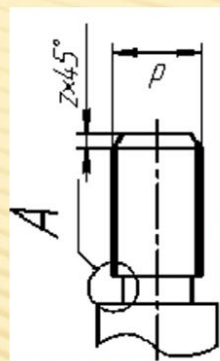
Найчастіше застосовується нестандартна прямокутна нарізь.



Активация Windows  
чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

## Проточки для виходу нарізі

Проточка – це технологічний елемент деталі, який виконується для виходу ріжучого інструменту при обробленні нарізі. Він може також мати конструктивне значення при створенні упору для буртику і для запобігання зриву нарізі. Форма проточки визначається стандартами для кожного типу нарізі.



Крок нарізі	Проточка		
	$d_g$	$g_1$ не менш	$g_2$ не більш
0,35	d-0,6	0,60	1,05
0,5	d-0,8	0,8	1,50
0,7	d-1,1	1,10	2,10
0,75	d-1,2	1,20	2,25
0,8	d-1,3	1,30	2,40
1	d-1,6	1,60	3,00
1,25	d-2,0	2,00	3,75
1,5	d-2,3	2,50	4,50

Крок нарізі	Проточка			
	$P$	$g_1$ не менш норм.	$g_2$ не більш норм.	$d_g$
0,35	1,4	0,9	1,9	d+0,2
0,5	2,0	1,25	2,7	d+0,3
0,7	2,8	1,75	3,8	d+0,3
0,75	3,0	1,9	4,0	d+0,3
0,8	3,2	2,0	4,2	d+0,3
1	4,0	2,5	5,2	d+0,5
1,25	5,0	3,2	6,6	d+0,5
1,5	6,0	4,0	8,0	d+0,5

## Висновки

1. Нарізі призначені для з'єднання деталей між собою або для передачі руху..
2. Нарізі на кресленниках зображуються умовно.
3. Для стандартних нарізей на кресленниках вказують їх умовне позначення.
4. Для нестандартних нарізей викреслюють профіль нарізі з розмірами..
5. Для виходу інструмента, що нарізає нарізь, виготовлюються проточки.

### **Питання та завдання для самоперевірки**

1. Яким чином зображують нарізь на стрижні, в отворі?
2. В чому полягає особливість зображення нарізі на кресленику?
3. Наведіть приклади кріпильних та ходових нарізей.
4. Чим відрізняються позначення стандартних та нестандартних нарізей?
5. Як на кресленику зображують проточки для виходу інструменту при нарізанні нарізі?

## **Лекція 2. Ескізи та робочі кресленики. Деталь з нарізю**

На лекції розглядаються загальні вимоги до робочих креслеників деталей. Надається поняття робочого кресленика та ескіза деталі.

Вивчаються етапи розробки ескізів. Розглядається послідовність виконання ескізів. Звертається особлива увага на вибір головного виду деталі та надання максимальної інформації по деталі на мінімальній кількості зображень.

Розглядаються можливі конструктивні та технологічні елементи деталей токарної групи. Надається інформація про загальні правила нанесення розмірів таких деталей.

Розглядається послідовність виконання ескіза деталі типу «Гайка накидна».

Виконується побудова лінії перетину поверхні фаски з гранями гайки.

Надається інформація про позначення матеріалів та шорсткості поверхонь на ескізах та креслениках.



# Тема 3. Ескізи та робочі кресленики

## Деталь з наріззю.

Активация Windows  
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел Парамет

## ОСНОВНІ ПИТАННЯ

1. Деталі та конструкторська документація на них.
2. Вимоги до робочих креслеників.
3. Приклад виконання кресленика деталі з наріззю.
4. Етапи виконання ескізу деталі.
5. Шорсткість поверхонь.
6. Позначення матеріалів
7. Зразок кресленика
8. Висновки.



## Деталі та конструкторська документація на них



Промисловість виготовляє вироби, які можна поділити на 4 групи:

- деталі;
- складальні одиниці;
- комплекти;
- комплекси.

**Деталь** - це виріб, який виготовлений з однорідного матеріалу, без застосування збиральних операцій (ГОСТ 2.101-68(1995)).

**Робочий кресленик деталі** - це основний конструкторський документ, в якому містяться зображення деталі та інформація, необхідна для її виготовлення та контролю (ГОСТ 2.102-2013 та ДСТУ3321:2003).

**Робочий кресленик** виконується за допомогою креслярських інструментів у стандартному масштабі. Робочий кресленик окремої деталі є конструкторським документом.

**Ескіз деталі** - це кресленик, який виконується без застосування креслярських інструментів у довільному масштабі.

**Функціональне призначення деталі** й вимог технології її виготовлення обумовлюють наявність різних конструктивних і технологічних елементів.

Активізація Windows  
Щоб активувати Windows, перейдіть в розділ "Параметри".

## Вимоги до робочих креслеників.

Робочий кресленик деталі повинен містити наступне.

1. Мінімально необхідну кількість зображень деталі, які надають повну інформацію про конструкцію кожного елемента деталі.
2. Розміри, які необхідні для виготовлення деталі.
3. Вимоги про якість обробки кожної поверхні деталі.
4. Дані про матеріал, з якого повинна бути виготовлена деталь.
5. Технічні вимоги.

Робочий кресленик деталі виконується в дві стадії:

- підготовча стадія;
- основна стадія.

**Підготовча стадія.**

1. Аналіз форми деталі.
2. Вибір розташування деталі на кресленнику та її головного виду.
3. Визначення необхідної кількості зображень.
4. Визначення величини зображень (масштаб).

**Основна стадія.**

1. Виконання рамки та основного напису.
2. Планування аркуша кресленика та проведення осей симетрії.
3. Нанесення зовнішніх контурів деталі.
4. Нанесення внутрішніх контурів деталі (розрізи, перерізи).
5. Нанесення розмірів.
6. Наведення кресленика.

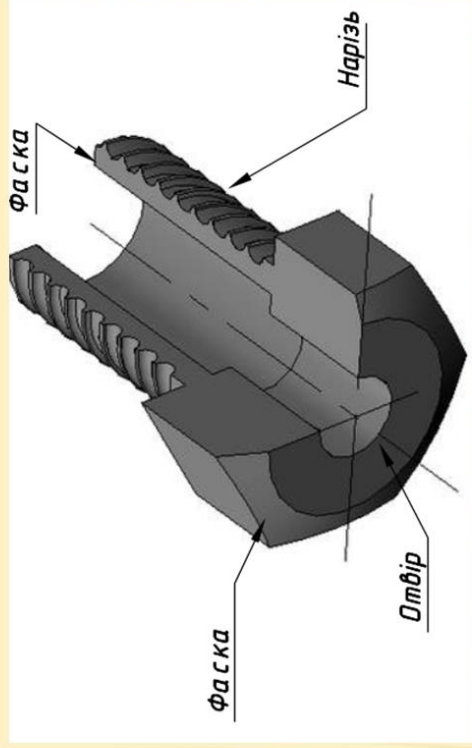
Активация Windows  
чтобы активировать Windows, перейдите в раздел  
Параметры\*.



## 1. Аналіз форми деталі

Деталь зовнішньо обмежена зліва - гранною поверхнею шестигранної призми, справа - поверхнею нарізі та двома плоскими торцями, на яких зняті фаски. Існує також наскрізний циліндричний східчастий отвір.

## 2. Вибір розташування та головного виду.

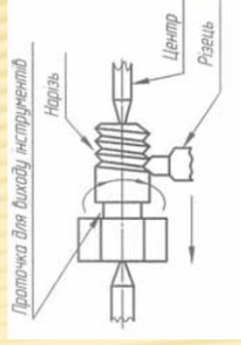
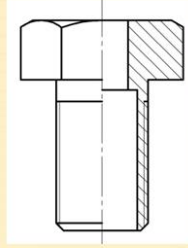
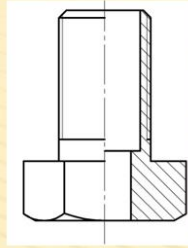


Деталі, що оброблюються на токарному верстаті: осі, вали, гвинти, болти, втулки, різноманітні деталі, що обмежені поверхнями обертання: маховики, шків, зубчасті колеса та ін. слід зображати так, щоб їх вісь була розташована горизонтально.

Оскільки більшість поверхонь деталі, що оброблюються, є поверхнями обертання, то при викреслюванні такої деталі на головному виді вісь поверхонь обертання розташовують горизонтально.

Слід звернути увагу на те, що головне зображення вибирають таким, що надає найбільш повну уяву про форму та розміри деталі.

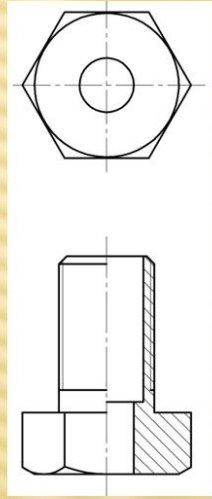
На головному виді розташовуємо деталь так, щоб вісь поверхонь обертання була горизонтальною, а гранна поверхня повернута трьома гранями. Можливі два варіанти розташування:



Оскільки при обробці деталі з нарізною подача різця здійснюється справа, вибираємо те зображення, де нарізева частина розташована праворуч.

### 3. Вибір кількості зображень.

Перед виконанням робочого креслення деталі встановлюється кількість зображень, яка необхідна для виявлення її зовнішньої та внутрішньої форми та розміри цієї деталі. Деталь виготовляється з сортового прокату з профілем у формі правильного шестикутника на токарному верстаті. Поверхні обертання повністю показані на головному виді, але для визначення гранної поверхні необхідно додати ще вид зліва.



Для розкриття внутрішньої форми на головному виді слід виконати **фронтальний розріз** та поєднати його з видом, щоб не збільшувати кількість зображень.



#### 4. Визначення величини зображень (масштаб).

Величина зображення вибирається таким чином, щоб можна було прочитати форми елементів деталі та нанести всі розміри на них.

З урахуванням масштабу зображення вибирається формат, на якому виконується креслення.

При компоновці креслення необхідно зображення деталі розташовувати таким чином, щоб формат був використаний повністю, причому слід пам'ятати про місце для нанесення розмірів.

Спочатку викреслюють по габаритним розмірам контури усіх зображень.

При цьому треба звернути увагу на техніку виконання зображень.

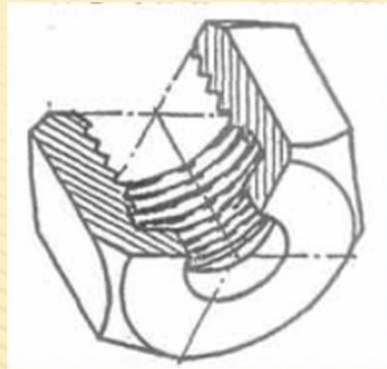
Якщо зображення симетричне, то його обов'язково починають креслити з нанесення осей симетрії.

Необхідно, щоб кількість зображень була найменшою, але достатньою для однозначного виявлення форми та розмірів деталі.

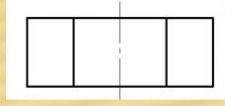
Застосовуючи умовні написи, позначення та знаки, можна скоротити кількість зображень.

## Приклад виконання креслення деталі з наріззю

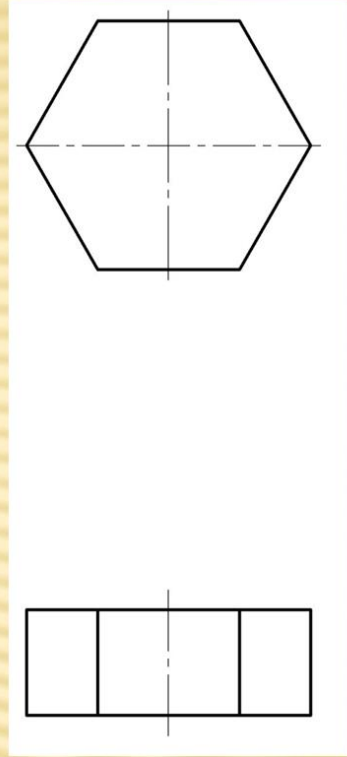
Розглянемо методику виконання робочого креслення накидної гайки.



1. Гайка обмежена із зовнішнього боку поверхнею правильної шестигранної призми, з обох торців якої зняті фаски. З внутрішнього боку просвердлений отвір та нарізана нарізь, та виконана проточка для виходу різця.
2. На головному виді розташуємо гайку так, щоб вісь поверхонь нарізі, циліндра, проточки та фасок була горизонтальна.

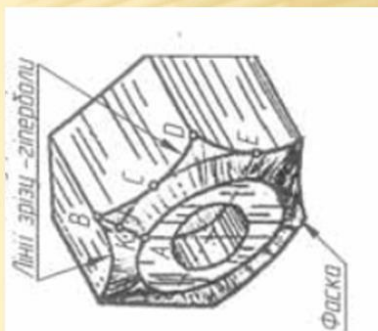


3. Поверхні обертання можуть бути повністю показані на головному виді, але для визначення гранної поверхні необхідно додати ще вид зліва.

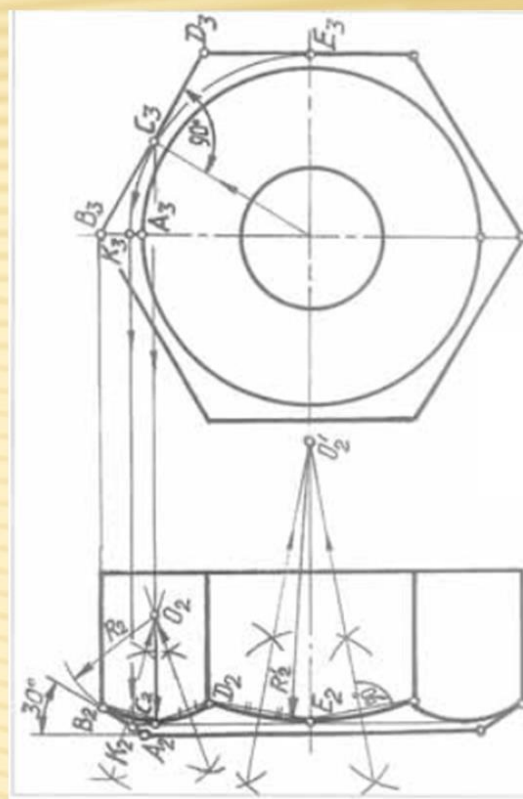




Але форма зовнішньої поверхні більш складна, ніж це показано на попередньому кресленку. На гайці зрізані фаски. Фаска – це скошена частина поверхні деталі з боку торця або в місцях переходу. Фаска утворюється кінцею поверхнею. Фаски забезпечують більш зручне та швидке з'єднання деталей в процесі збору деталей та ліквідують гостру кромку, яка утворюється на торці при виготовленні деталей. На зовнішній шестигранній поверхні виконується кінцева фаска з кутом  $30^\circ$ .

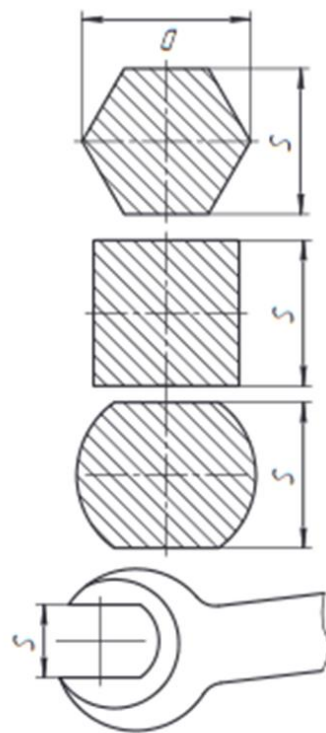


Лінії зрізу фаски гранями призми – гіперболи. Гіперболи ліній зрізу на кресленнях замінюються дугами кіл.



Нагвинчується гайка за допомогою гайкового ключа або вручну. Для цього на деталі виконують шестигранну призматичну поверхню, тому на робочому кресленку необхідно показати розмір «під ключ». Ці розміри  $S$  регламентуються ДСТУ 13682:2008. В таблиці також вказані діаметри кіл, що описані навколо шестикутників.

**Місця під ключ (ДСТУ ГОСТ 13682:2008)**  
**Розміри під ключ**



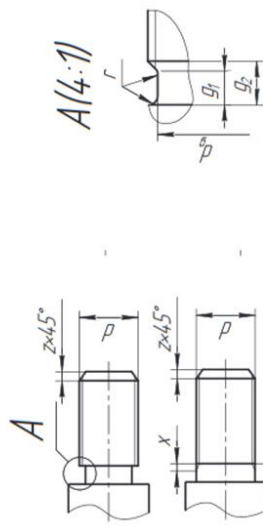
$S$	2,5	3,0	3,2	4,0	5,0	5,5	6,0	7,0	8	9	10	11	12	13	14	15
$D$	2,7	3,3	3,5	4,4	5,5	6,0	6,1	7,7	8,8	9,8	10,9	12,0	13,2	14,2	15,2	16,1
$S$	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55	60	65	70	75
$D$	19,7	20,9	24,3	27,7	29,9	33	35	39,6	45,2	50,9	56,1	60,8	67,4	72,1	78,6	83,4



Для виходу різця при нарізанні нарізі виконується технологічний елемент – проточка.

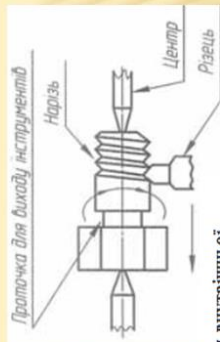
Її форма й величина залежать від типу нарізі, її діаметру й кроку.

Вихід нарізі, збіг, нелоріз та проточки для зовнішньої метричної нарізі (ДСТУ ГОСТ 27143:2008)

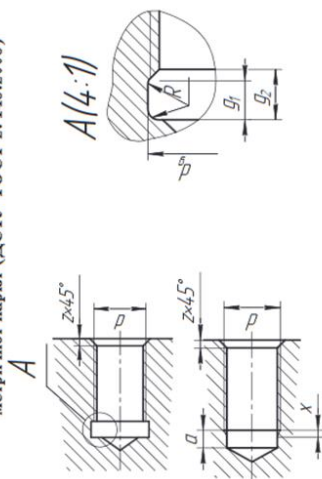


Крок нарізі з великим кроком	d	Збіг х			Нелоріз а			Проточка		
		Норм	Корол	Довгій	Норм	Корол	Довгій	d <sub>g</sub>	g <sub>1</sub> не менш	g <sub>2</sub> не більш
0,35	1,6; 1,8	0,9	0,45	1,05	0,7	1,4	1,4	d-0,6	0,60	1,05
0,5	3	1,25	0,7	1,50	1,0	2,0	2,0	d-0,8	0,8	1,50
0,7	4	1,75	0,9	2,10	1,4	2,8	2,8	d-1,1	1,10	2,10
0,75	4,5	1,9	1	2,25	1,5	3,0	3,0	d-1,2	1,20	2,25
0,8	5	2	1	2,40	1,6	3,2	3,2	d-1,3	1,30	2,40
1	6,7	2,5	1,25	3,00	2,0	4,0	4,0	d-1,6	1,60	3,00
1,25	8	3,2	1,6	3,75	2,5	5,0	5,0	d-2,0	2,00	3,75
1,5	10	3,8	1,9	4,50	3,0	6,0	6,0	d-2,3	2,50	4,50
1,75	12	4,3	2,2	5,25	3,5	7,0	7,0	d-2,6	3,00	5,25
2	14; 16	5	2,5	6,00	4,0	8,0	8,0	d-3,0	3,40	6,00
2,5	18; 20; 22	6,3	3,2	7,50	5,0	10,0	10,0	d-3,6	4,40	7,50
3	24; 27	7,5	3,8	9,00	6,0	12,0	12,0	d-4,4	5,20	9,00
3,5	30; 33	9	4,5	10,50	7,0	14,0	14,0	d-5,0	6,20	10,50
4	36; 39	10	5	12,00	8,0	16,0	16,0	d-5,7	7,00	12,00
4,5	42; 45	11	5,5	13,50	9,0	18,0	18,0	d-6,4	8,00	13,50
5	48; 52	12,5	6,3	15,0	10,0	20,0	20,0	d-7,0	9,00	15,0
5,5	56; 60	14	7	16,50	11,0	22,0	22,0	d-7,7	11,00	16,50
6	64; 68	15	7,5	18,00	12,0	24,0	24,0	d-8,3	11,00	18,00

Крок нарізі	0,5 Е 0,7	0,75 Е 1,0	1,25 Е 1,75	2	2,5 Е 3,5	4; 4,5	5 Е 6
Клас фланс	0,5	1,0	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0



Вихід нарізі, збіг, нелоріз та проточки для внутрішньої метричної нарізі (ДСТУ ГОСТ 27143:2008)



Крок нарізі з великим кроком	d	Збіг х			Нелоріз а			Проточка		
		Норм	Корол	Довгій	Норм	Корол	Довгій	d <sub>g</sub>	g <sub>1</sub> не менш	g <sub>2</sub> не більш
0,35	1,6; 1,8	0,7	0,4	2,2	1,5	2,0	2,0	d-0,2	0,16	0,20
0,5	3	1,0	0,8	3,0	2,0	2,0	2,0	d-0,3	0,20	0,20
0,7	4	1,4	1,0	3,5	2,5	2,8	2,8	d-0,3	0,40	0,40
0,75	4,5	1,5	1,0	4,0	2,5	3,0	3,0	d-0,3	0,40	0,40
0,8	5	1,6	1,2	4,0	2,5	3,2	3,2	d-0,3	0,40	0,40
1	6,7	2,0	1,5	6,0	4,0	4,0	4,0	d-0,5	0,60	0,60
1,25	8	2,5	1,8	8,0	4,0	5,0	5,0	d-0,5	0,60	0,60
1,5	10	3,0	2,0	9,0	4,0	6,0	6,0	d-0,5	0,80	0,80
1,75	12	3,5	2,5	11,0	5,0	7,0	7,0	d-0,5	1,00	1,00
2	14; 16	4,0	3,0	11,0	5,0	8,0	8,0	d-0,5	1,00	1,00
2,5	18; 20; 22	5,0	3,5	12,0	6,0	10,0	10,0	d-0,5	1,20	1,20
3	24; 27	6,0	4,0	15,0	7,0	12,0	12,0	d-0,5	1,60	1,60
3,5	30; 33	7,0	5,0	17,0	8,0	14,0	14,0	d-0,5	1,60	1,60
4	36; 39	8,0	6,0	19,0	9,0	16,0	16,0	d-0,5	2,00	2,00
4,5	42; 45	9,0	6,0	23,0	11,0	18,0	18,0	d-0,5	2,00	2,00
5	48; 52	10,0	7,0	26,0	12,0	20,0	20,0	d-0,5	2,50	2,50
5,5	56; 60	11,0	8,0	28,0	13,0	22,0	22,0	d-0,5	3,20	3,20
6	64; 68	12,0	9,0	30,0	15,0	24,0	24,0	d-0,5	3,20	3,20

Параметри

Застосовуються також проточки, регламентовані іншим стандартом, більш прості для виконання.

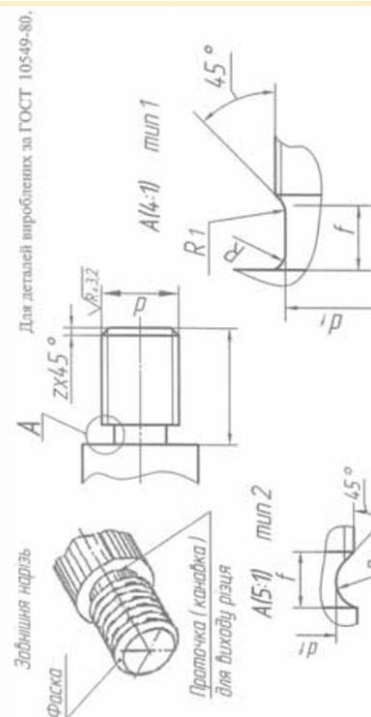


Рис. 15

Таблиця 3. Проточка для зовнішньої метричної нрізі

Крок нрізі	Тип 1						Тип 2		Фаска z (рис.15)	
	Нормальна			Вузька			f	R <sub>2</sub>	d <sub>r</sub>	Тип 1 Тип 2
	p	f	R	R <sub>1</sub>	f	R				
0.4	1	0.3	0.2						d-0.6	0.3 0.3
0.45	1	0.3	0.2						d-0.7	0.3
0.5	1.6	0.5	0.3	1	0.3	0.2				0.5
0.6	1.6	0.5	0.3	1	0.3	0.2			d-0.9	0.5
0.7	2	0.5	3	1.6	0.5	0.3			d-1.0	0.5
0.75	2	0.5	0.3	1.6	0.5	0.3			d-1.2	1
0.8	3	1	0.5	1.6	0.5	0.3			d-1.2	1
1	3	1	0.5	2	1	0.5	3.6	2	d-1.5	1 2
1.25	4	1	0.5	2.5	1	0.5	4.4	2.5	d-1.8	1.6 2.5
1.5	4	1	0.5	2.5	1	0.5	4.6	2.5	d-2.2	1.6 3
1.75	4	1	0.5	2.5	1	0.5	5.4	3	d-2.5	1.6 3.5
2	5	1.6	0.5	3	1	0.5	5.6	3	d-3.0	2 3.5
2.5	6	1.6	1	4	1	0.5	7.3	4	d-3.5	2.5 5
3	6	1.6	1	4	1	0.5	7.6	4	d-4.5	2.5 6.5
3.5	3.5	2	1	5	1.6	0.5	10.2	5.5	d-5.0	2.5 4.5
4	8	2	1	5	2	0.5	10.3	5.5	d-6.0	3.0 4.5
5.5	12	3	1	8	3	1	15	8	d-8.0	4 10.5
6	12	3	1	8	3	1	16	8	d-9.0	4 10.5

Активізація коментарів

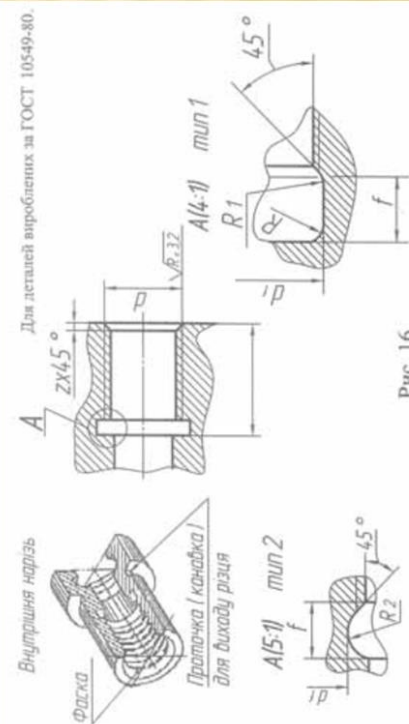


Рис. 16

Таблиця 4. Проточка для внутрішньої метричної нрізі

Крок нрізі	Тип 1						Тип 2		Фаска z (рис.16)	
	Нормальна			Вузька			f	R <sub>2</sub>	d <sub>r</sub>	Тип 1 Тип 2
	p	f	R	R <sub>1</sub>	f	R				
0.4	2*	0.5	0.3	1.0*	0.3	0.2			d+0.3	0.3 0.3
0.5	2*	0.5	0.3	1.0*	0.3	0.2				0.3 0.5
0.6	—	—	—	—	—	—				0.5
0.7	—	—	—	—	—	—				0.5
0.75	3.0*	1.0	0.5	1.6	0.5	0.3			d+0.4	1.0
0.8	—	—	—	—	—	—				1.0
1	4.0	1.0	0.5	2.0	0.5	0.3	3.6	2.0	d+0.5	1.0 2.0
1.25	5.0	1.6	0.5	3.0	1.0	0.5	4.5	2.5	d+0.5	1.0 2.0
1.5	6.0	3.0	1.0	3.0	1.0	0.5	5.4	3.0	d+0.7	1.6 2.5
1.75	7.0	1.6	1.0	4.0	1.0	0.5	6.2	3.5	d+0.7	1.6 3.0
2	8.0	2.0	1.0	4.0	1.0	0.5	6.5	3.5	d+1.0	2.0 3.0
2.5	10.0	2.0	1.0	5.0	1.6	0.5	8.9	5.0	d+1.0	2.5 4.0
3	10.0	3.0	1.0	6.0	1.6	1.0	11.4	6.5	d+1.2	2.5 4.0
3.5	10.0	3.0	1.0	7.0	1.6	1.0	13.1	7.5	d+1.2	3.0 5.5
4	12.0	3.0	1.0	8.0	2.0	1.0	14.2	8.0	d+1.5	2.0 5.5
5.5	16.0	3.0	1.0	12.0	3.0	1.0	18.7	10.5	d+1.8	4.0 8.0
6	16.0	3.0	1.0	12.0	3.0	1.0	18.9	10.5	d+2.0	4.0 8.5

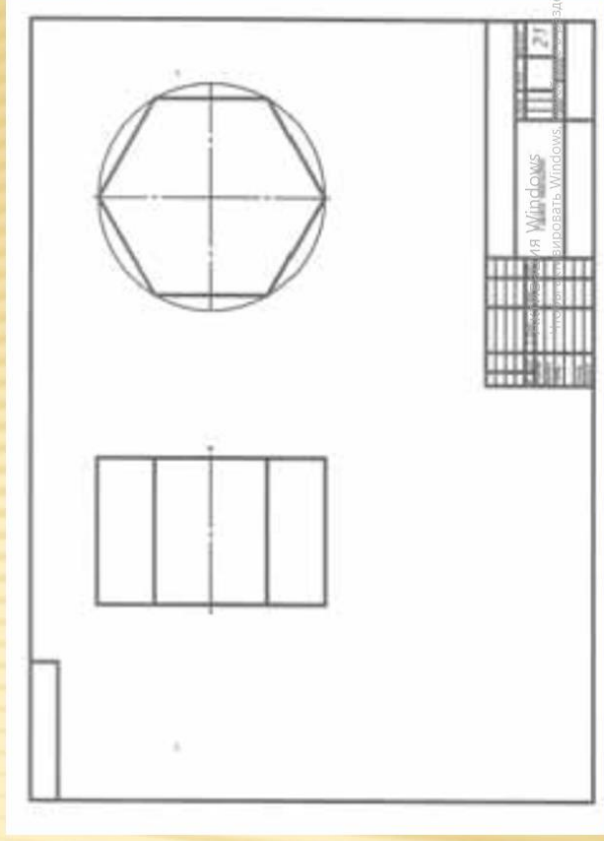
\*Для діаметрів 6 мм та більше

Активізація коментарів

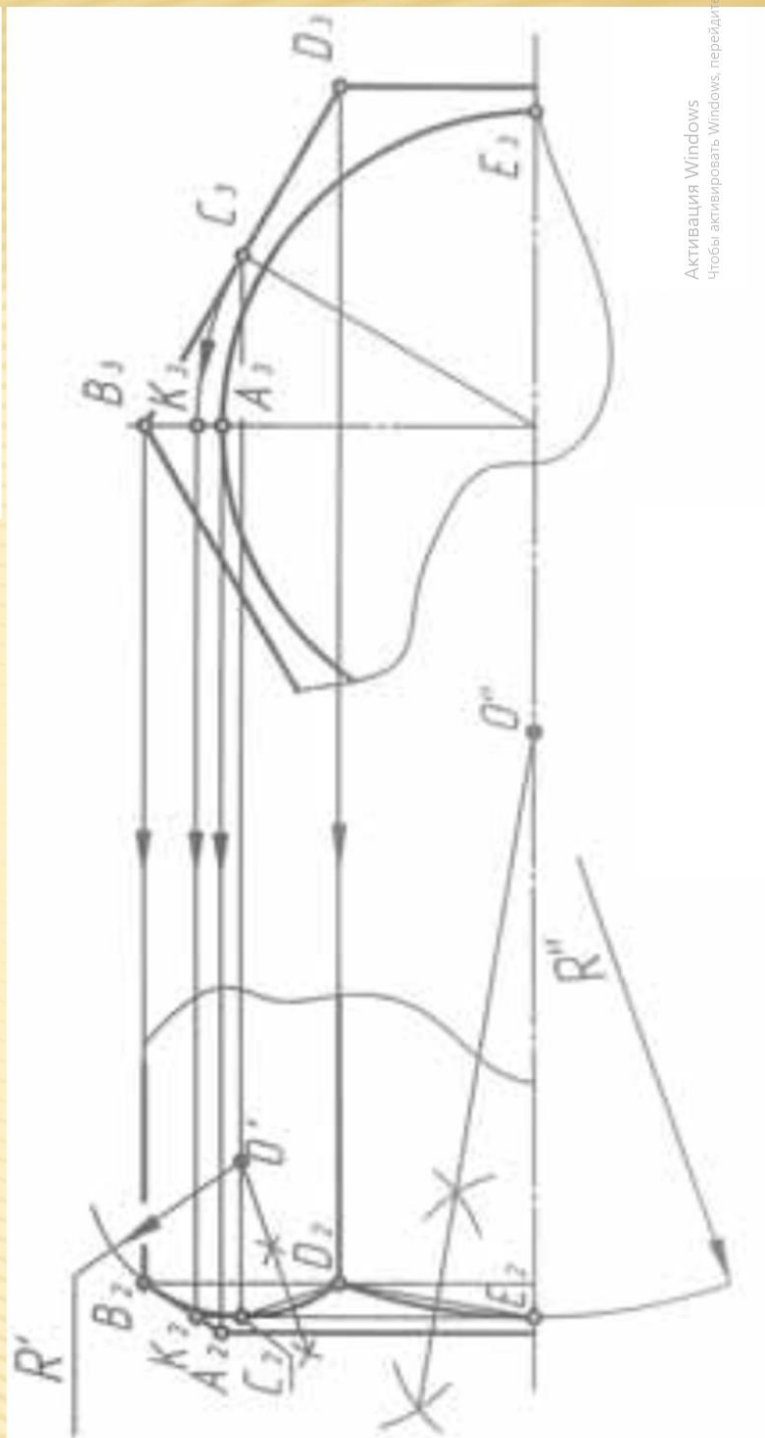
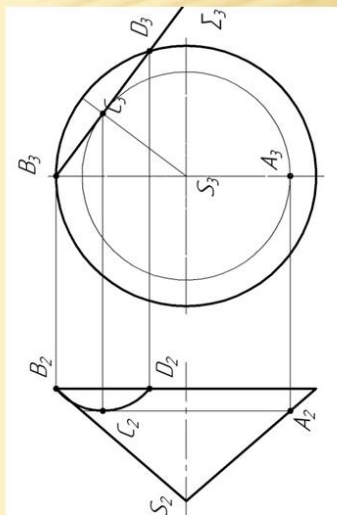


## Етапи виконання ескіза деталі

1. Визначити форму деталі, її конструктивні та технологічні елементи: отвори, нарізи, канавки, проточки та ін.
2. Вибрати головний вид за умови обробки деталі на токарному верстаті.  
Вісь головного виду розташовувати горизонтально.  
Головний вид повинен надавати найбільш повну інформацію про форму та розміри деталі, тому на головному виді слід надати максимальну кількість граней гранної поверхні.
3. Визначити необхідні зображення: види, розрізи та виносні елементи.
4. Встановити масштаб зображення на форматі А3.
5. Провести осі симетрії. Виконати зовнішні контури зображень.

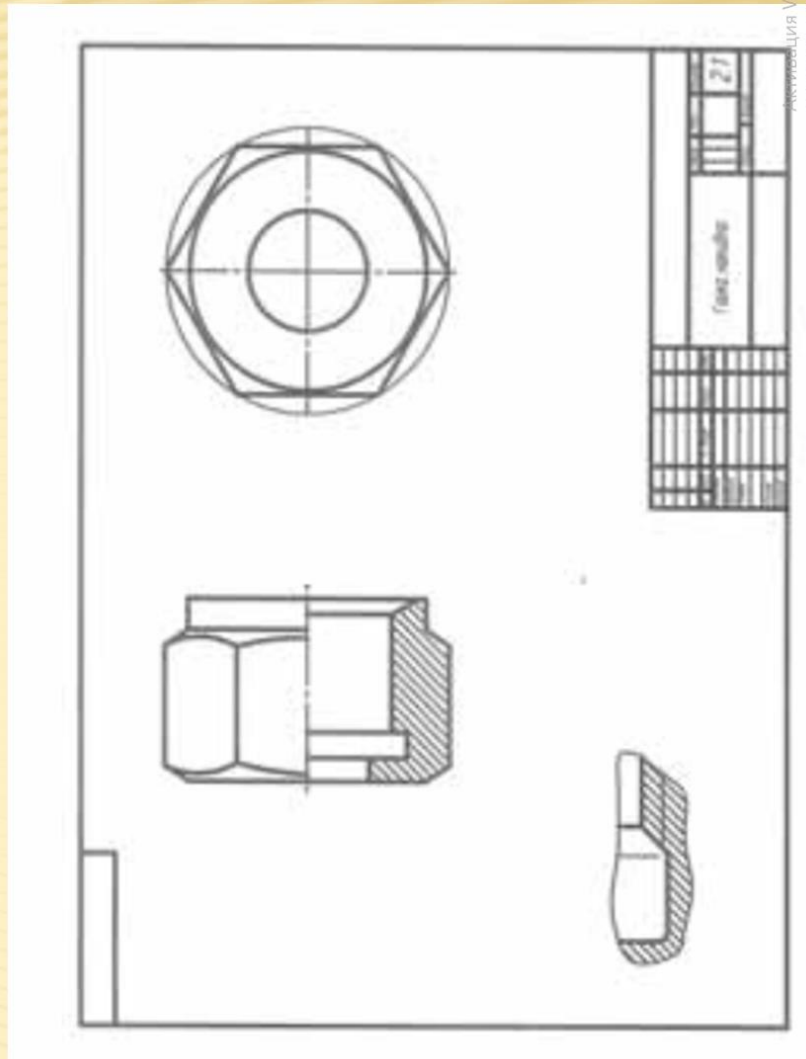


6. На зовнішній шестигранній призмічній поверхні виконується конічна фаска з кутом  $30^\circ$ . Лінії зрізу фаски гранями призми – гіперболи, які на кресленнях замінюються дугами кіл.



Активация Windows  
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

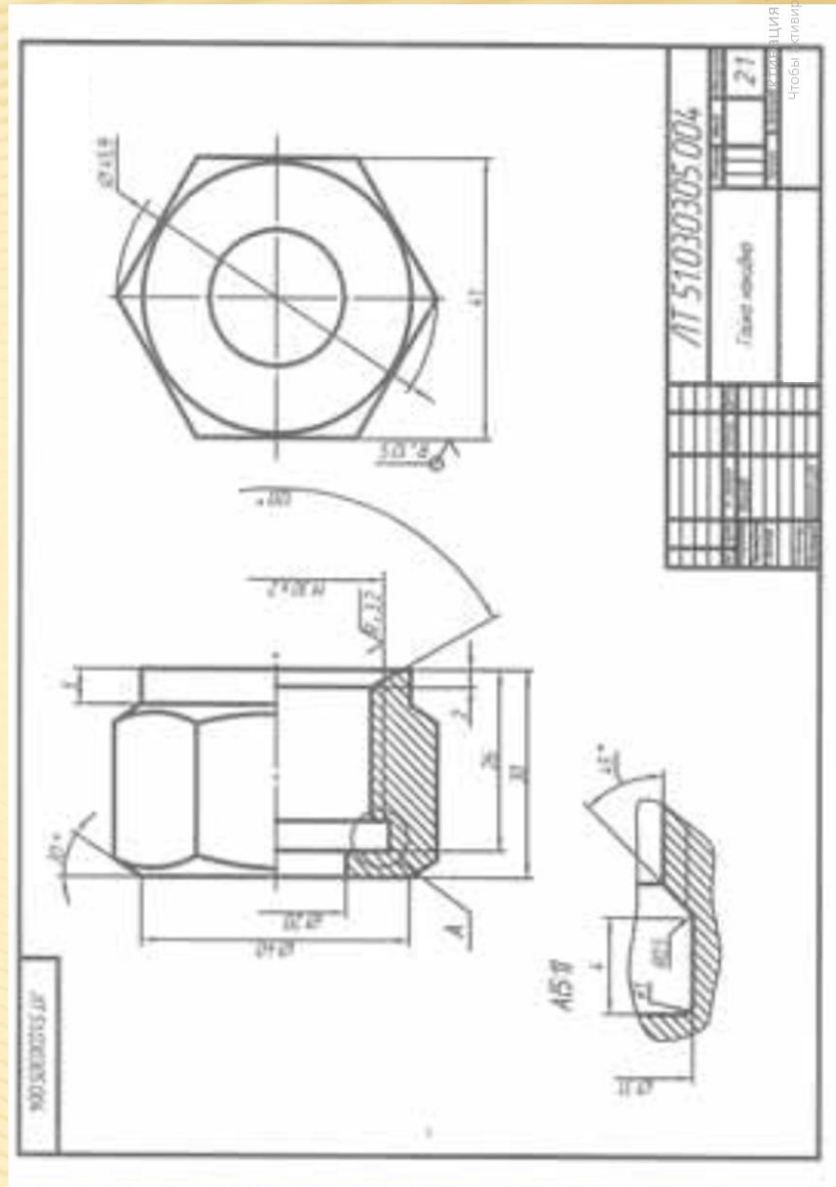
7. На кресленіку викреслити зовнішні форми зі всіма елементами – циліндричними поверхнями, фасками та лініями їх перетину з гранями призмами.
8. Виконати розріз, якій розкриває внутрішню форму та додати виносний елемент.



Активация Windows  
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".



9. Нанести розміри. Розміри зовнішніх елементів слід розташовувати з боку виду, а внутрішній – з боку розрізу.  
Розміри елементів проточки взяти з таблиці для внутрішньої метричної нарізі в залежності від вказаного кроку нарізі.

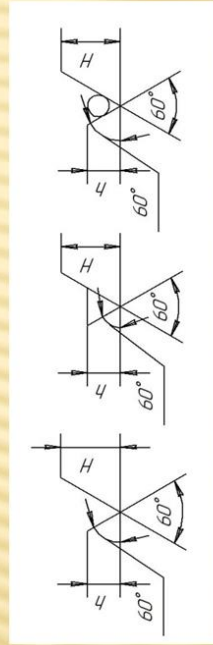




## Шорсткість поверхонь

На робочому кресленку слід вказувати шорсткість поверхонь. Вона визначається мікронерівностями, які з'являються в результаті обробки цих поверхонь. Для кількісної оцінки шорсткості ГОСТ 2789-73 встановлює шість параметрів:  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $Rmax$ ,  $Sm$ ,  $S$ ,  $tr$ . Переважно використовують параметр  $Ra$  — середнє арифметичне відхилення профілю в межах базової довжини. Значення параметра  $Ra$  вибирають з таблиці в стандарті. Рекомендуються використовувати значення параметра  $Ra$  з першого ряду переважності: 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4 мкм.

Шорсткість поверхонь позначається згідно з ГОСТ 2.309-73. Шорсткість поверхні позначають на кресленку для усіх поверхонь виробу незалежно від методів їх утворення, крім поверхонь, шорсткість яких не обумовлена вимогами конструкції. В позначенні шорсткості поверхні застосовують один із знаків:



Висота  $h$  повинна приблизно дорівнювати висоті цифр розмірних чисел, що застосовуються на кресленку, висота  $H$  дорівнює  $(1,5...5)h$ . Товщина ліній знаків повинна приблизно дорівнювати половині суцільної лінії, що застосовується на кресленку.

У позначенні шорсткості поверхні, спосіб оброблення якої конструктором не встановлюється, застосовують знак  $\sqrt{\text{ }}$ .

У позначенні шорсткості поверхні, яка повинна бути утворена тільки видаленням шару матеріалу, застосовується знак  $\sqrt{\text{V}}$

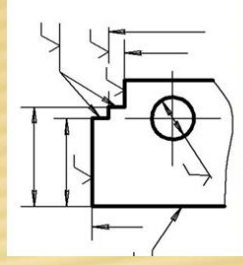
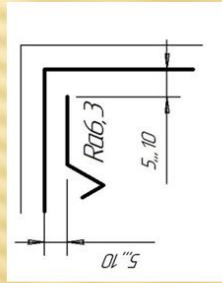
У позначенні шорсткості поверхні, яка повинна бути утворена без видалення шару матеріалу, застосовують знак  $\sqrt{\text{A}}$  з вказанням значення параметра шорсткості.

Значення параметра шорсткості згідно з ГОСТ 2789-73 вказують в позначенні шорсткості після відповідного символу, наприклад,  $Ra0,4$ ;  $Rmax6,3$  та ін.

Позначення шорсткості поверхонь на зображенні виробу розміщують на лініях контуру, виносних лініях (по можливості ближче до розмірної лінії), чи на полицях ліній-виносок.

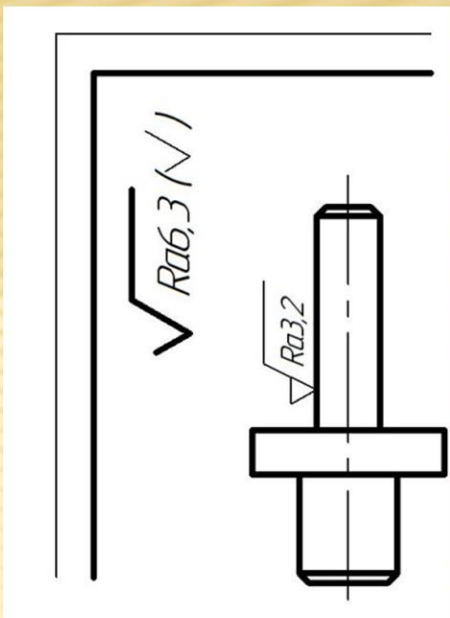
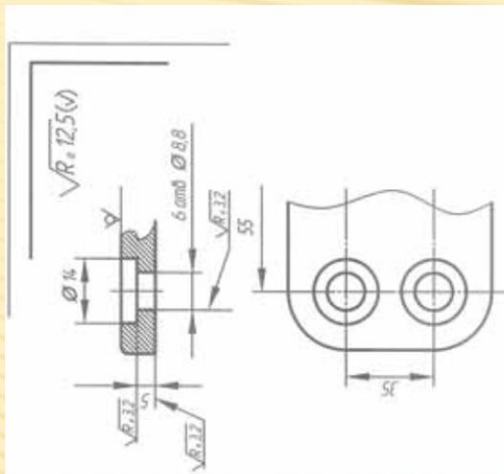
Допускається за браком місця розташовувати позначення шорсткості на розмірних лініях та їх продовженнях, а також розривати виносну лінію.

При зазначенні однакової шорсткості для усіх поверхонь виробу її позначення розміщують у правому верхньому куті кресленника і на зображення не наносять. Розміри і товщина ліній цього знака повинні бути приблизно в 1,5 рази більшими, ніж на позначеннях, що нанесені на зображенні.

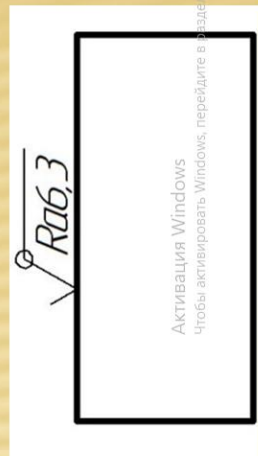




Позначення шорсткості, що однакова для частини поверхонь виробу, може бути розташоване у правому верхньому куті креслення разом з умовним позначенням ( $\sqrt{\quad}$ ). Це означає, що усі поверхні, на зображенні яких не нанесено позначення шорсткості чи знак, повинні мати шорсткість, що вказана перед умовним позначенням. Розміри знака у дужках повинні бути однаковими з розмірами знаків, що нанесені на зображенні.



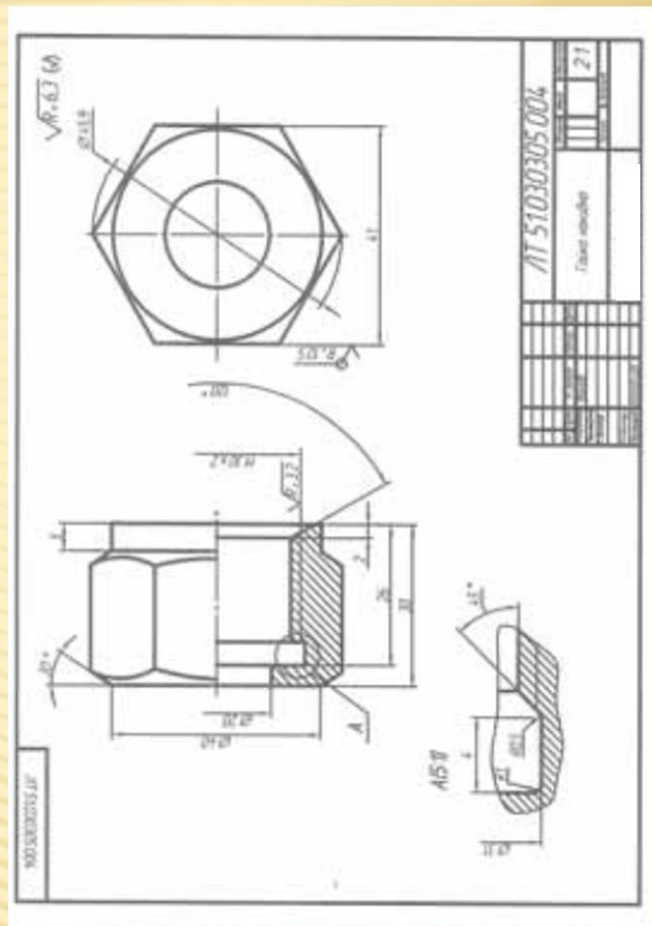
Якщо шорсткість поверхонь, що утворюють контур, має бути однаковою, позначення шорсткості наносять один раз. Діаметр кола допоміжного знака 4...5 мм.



Активация Windows  
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

Рекомендується застосовувати такі значення шорсткості поверхонь:

- для вільних поверхонь **Ra50 – Ra12,5**;
  - для спряжених нерухомих поверхонь **Ra6,3–Ra3,2**;
  - для спряжених тертьових поверхонь та декоративних поверхонь **Ra1,6–Ra0,32**.
- Крім того, є рекомендації для деяких типових елементів деталей:
- отвори під кріпильні деталі (болти, гвинти, шпильки) **Ra6,3–Ra1,6**;
  - привалові площини, пази, проточки **Ra12,5–Ra1,6**;
  - робочі поверхні зубців зубчастих колес **Ra3,2–Ra0,63**.



На нарізі нанесена шорсткість **Ra3,2**, на бічній поверхні призматичної частини **Ra12,5** – по контуру. На інших поверхнях - **Ra6,3**.



## Позначення матеріалів

Робочий кресленик деталей повинен містити відомості про матеріал, з якого має бути виготовлена деталь. Інформацію про матеріал деталі заносять у відповідну графу основного напису.

Згідно з ГОСТ 2.109-73

позначення матеріалу

повинні містити:

- назву матеріалу,
- його марку, якщо вона встановлена для нього,

— номер стандарту або технічних вимог.

Наприклад: **Сталь 20**  
**ДСТУ 7809:2015.**

Якщо марка матеріалу містить його скорочену назву, то назва

матеріалу може не

вказуватися, наприклад

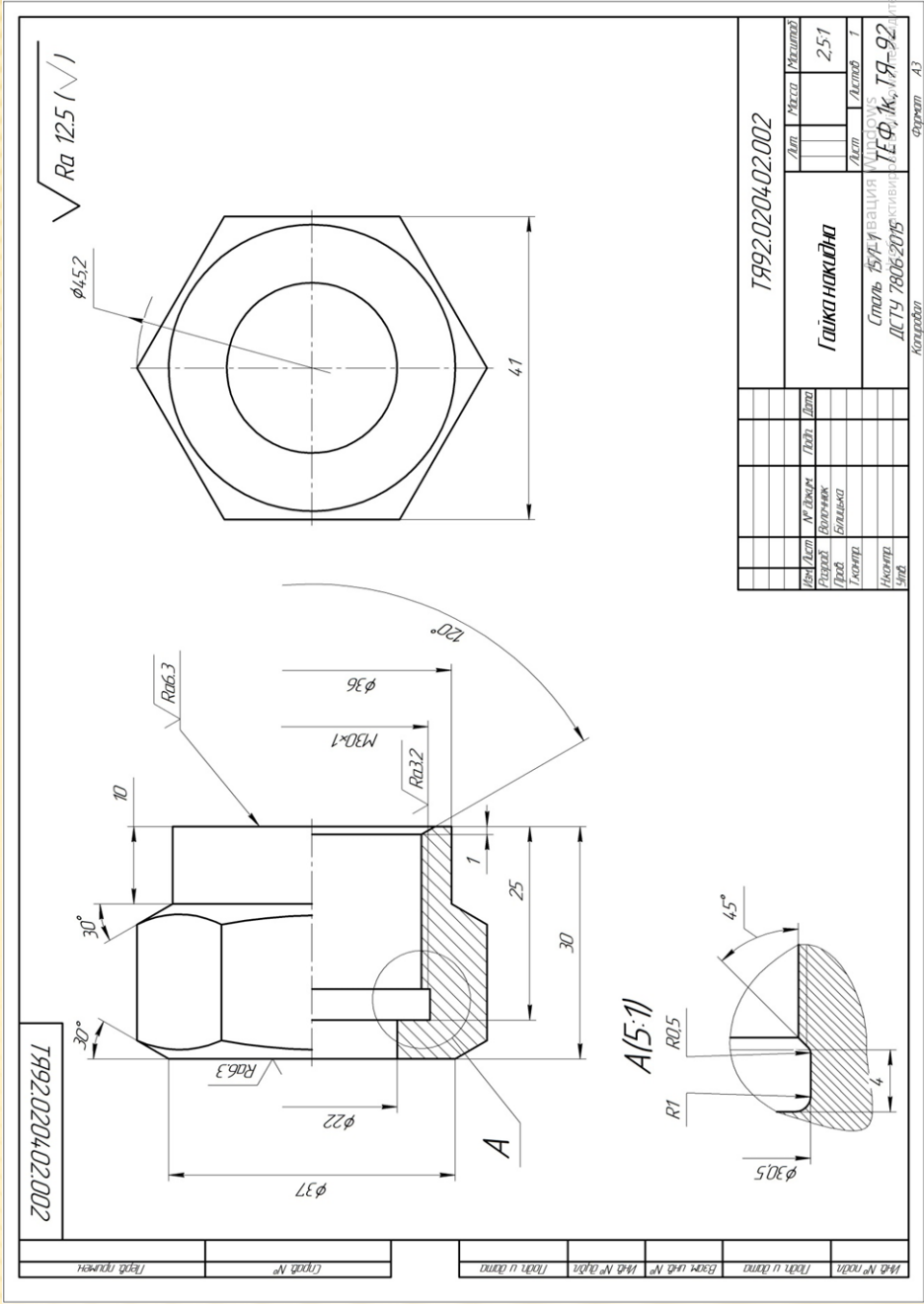
**Ст 5 ДСТУ 2651:2005/  
ГОСТ 380-2005.**

Сталь вуглецева звичайної якості <i>Марки:</i> Ст 0, Ст 2, ..., Ст 6	Ст 3 ДСТУ 2651:2005/ ГОСТ 380-2005
Сталь якісна конструкційна <i>Марки:</i> 08, 10, 15, ..., 60	Сталь 45 ДСТУ 7809:2015
Сталь легована конструкційна <i>Марки:</i> 12ХН2, 12ХН2А, 15Г, 15Х, 20ХН, 18Х2Н4МА та ін.	Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015
Чавун сірий <i>Марки:</i> СЧ10, СЧ15, ..., СЧ35	СЧ15 ГОСТ 1412-85
Чавун високоміцний <i>Марки:</i> ВЧ35, ВЧ40, ..., ВЧ100	ВЧ35 ДСТУ 3925-99
Бронза олов'яна ливарна <i>Марки:</i> БрО3Ц12С5, БрО10Ф1 та ін.	БрО3Ц7С5Н1 ГОСТ 613-79
Бронза безолов'яна ливарна <i>Марки:</i> БрА10Мц2Л, БрА9ЖЗЛ та ін.	БрА9Мц2Л ГОСТ 493-79
Бронза олов'яна, що її обробляють тиском <i>Марки:</i> БрОФ4-0,25, БрОФ8,0-0,3 та ін.	БрОЦ4-3 ГОСТ 5017-2006
Бронза безолов'яна, що її обробляють тиском <i>Марки:</i> БрАМц10-2, БрМц5 та ін.	БрАЖНМц9-4-4-1 ГОСТ 18175-78
Латунь ливарна <i>Марки:</i> ЛЦ40С, ЛЦ40Сд, ЛЦ14КЗС3 та ін.	ЛЦ25С2 ГОСТ 17711-93
Латуні, що їх обробляють тиском <i>Марки:</i> Л96, Л90, Л85, ЛАЖ60-1-1 та ін.	Л63 ГОСТ 15527-70
Сплав алюмінієвий ливарний <i>Марки:</i> АК12П, АК13 та ін.	АЛ7 ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93)
Сплав алюмінієвий, що деформується <i>Марки:</i> АД0, АК6, АМг3 та ін.	Д12 ГОСТ 4784-97 Активация Windows

щоб активувати Windows, перейдіть в інтернет

Параметри:

## Зразок креслення



## Висновки

1. Робочий кресленик – це основний конструкторський документ для деталі.
2. Головний вид деталі на робочому кресленнику повинен давати найбільш повне уявлення про форму та розміри деталі.
3. На головному виді деталі розташовується згідно з її положенням при обробці.
4. На кресленнику надається мінімальна, але достатня для визначення форми та розмірів всіх елементів деталі, кількість видів.
5. На робочих кресленниках вказується шорсткість всіх поверхонь деталі та матеріал для її виготовлення.



### **Питання та завдання для самоперевірки**

1. Чим відрізняється ескіз деталі від робочого кресленика?
2. Які особливості виконання креслеників деталей, поверхні яких є поверхнями обертання?
3. Які вимоги надаються до виконання робочих креслеників деталей?
4. Наведіть етапи виконання ескіза деталі.
5. Які умовні знаки встановлені стандартом для позначення шорсткості поверхонь на кресленику?
5. Які одиниці виміру застосовуються при позначенні шорсткості поверхонь деталі?
6. Які особливості позначення матеріалу, з якого виготовлена деталь?

### **Лекція 3. Ескізи та робочі кресленики. Деталь типу «Вал»**

На лекції розглядаються особливості виконання робочих креслеників деталей типу «Вал».

Звертається увага студентів на конструктивні та технологічні елементи таких деталей.

Надається інформація про позначення нарізей, що мають місце у конструкції конкретної деталі, необхідність застосування галтелей, нарізових проточок, канавок для виходу шліфувального круга та ін. Звертається увага студентів на такі конструктивні елементи валу, як лиски, хвостовики, шпонкові пази, отвори для штифтів.

Розглядаються загальні правила нанесення розмірів на деталях типу «Вал».

Значна увага приділяється застосуванню винесених та накладених перерізів для розкриття форми деталі.

Надається приклад виконання ескіза деталі типу «Вал».

# Тема 3. Ескізи та робочі кресленики

## Деталь типу «Вал».

Активация Windows

чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры"





## Основні питання

1. Характеристики деталі типу «Вал».
2. Типові елементи валу.
3. Етапи виконання ескізу деталі типу «Вал».
4. Зразок кресленника.
5. Висновки.

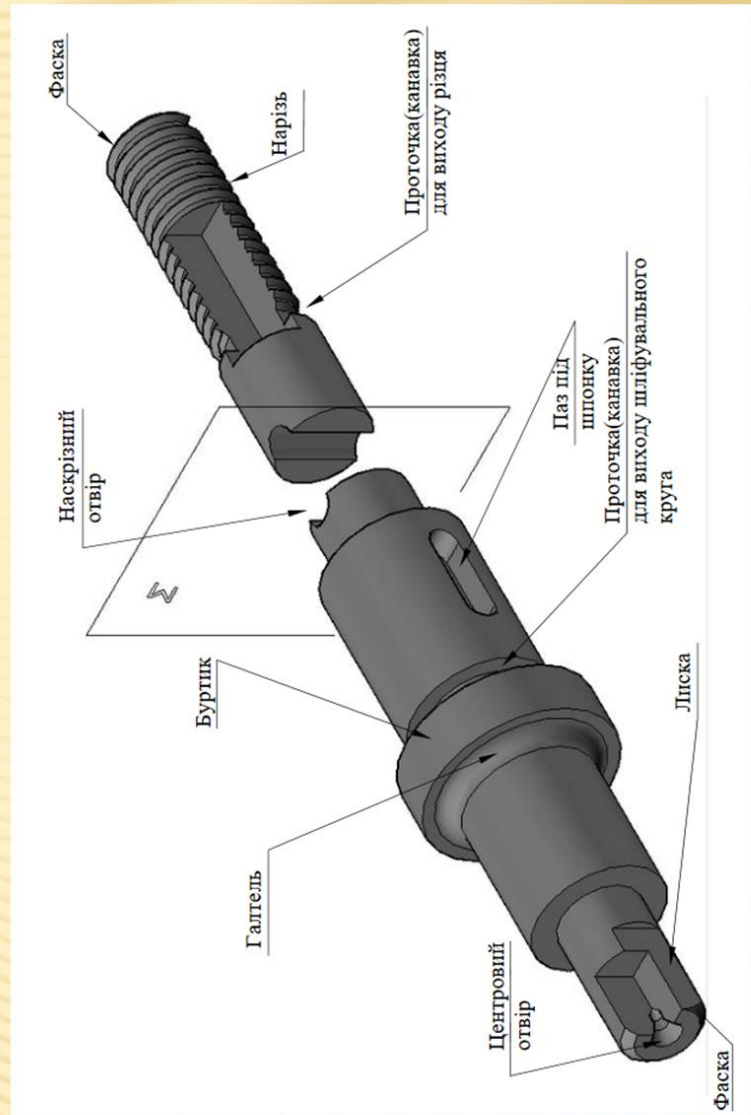
## Характеристики деталі типу «Вал»

Вал - рухома деталь машини, яка обертається в опорах (підшипниках) для передачі обертального руху й крутного моменту за допомогою змонтованих на ній деталей (зубчастих коліс, шківів та ін.). Незалежно від складності валу конструктор виконує його як сукупність найпростіших геометричних тіл або частин.

Частина деталі, яка має певне технологічне або конструкторське призначення, називається елементом деталі.

На зображенні валу показані його конструктивні й технологічні елементи (центрові отвори, фаски, галтелі, проточки, шпонковий паз, наріз, лиска, буртики).

Щоб активувати зліпкову передачу в режимі "Параметри".





## Типові елементи валу

### 1. Центрові отвори.

Центрові отвори виконують в торцях валів, осей та інших деталей для встановлення (закріплення) цих деталей на верстаті для механічної обробки. ДСТУ ГОСТ 14034:2008 передбачає вісім типів форми центрових отворів: *A, B, C, E, R, F, H, T*.

Форму центрального отвору вибирають залежно від діаметру вала й додаткових технологічних вимог.

Форма *A*. Центровий отвір не є базою для багаторазового використання.

Форма *B*. Центровий отвір зберігається у готових виробах.

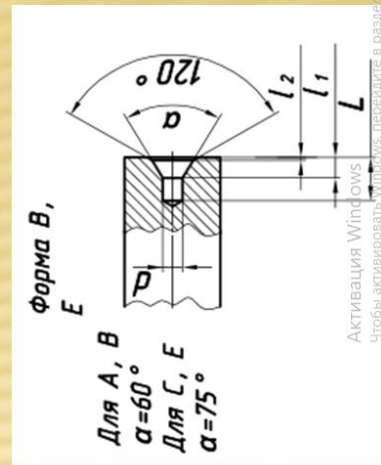
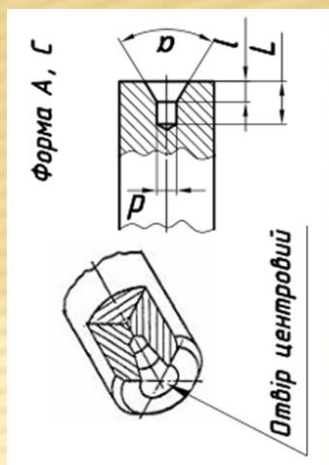
Форма *C*. Для великогабаритних валів - аналогічно формі *A*.

Форма *E*. Для великогабаритних валів - аналогічно формі *B*.

Форма *R*. При підвищенні точності обробки.

Форма *T*. Для доводок і калібрів-пробок.

Форми *F* і *H*. Для монтажних робіт і при зберіганні й транспортуванні валу у вертикальному положенні.





На кресленику центровий отвір не зображують, а над полчкою лінії-виноски записують його умовне позначення.

Отв. центр. А 3,15 ДСТУ ГОСТ 14034:2008

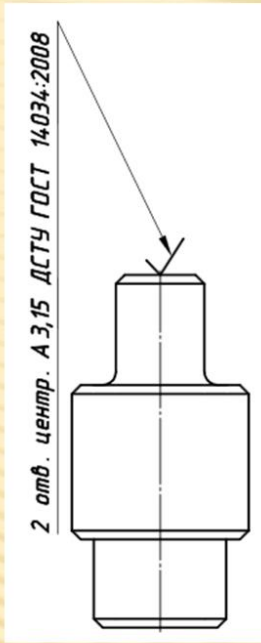
Назва елемента

Номер стандарту

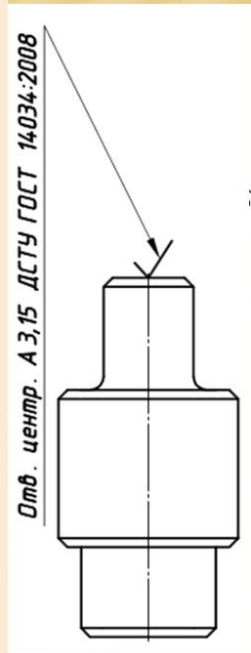
Форма центр. отв

Діаметр *d* центр. отв.

Якщо центрові отвори розташовані на обох торцях, то позначення має вигляд:



Якщо, центровий отвір розташований тільки на основному торці, то позначення має вигляд:



Розміри центрових отворів в залежності від діаметра заготовки вала.

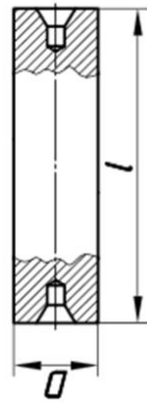
D, мм	10	14	20	30	40	60
d <sub>t</sub> , мм	2	2,5	3,15	4	5	6,3
l, мм	2,5	3,1	3,9	5	6,3	8
l <sub>1</sub> , мм	1,95	2,42	3,07	3,94	4,75	5,95

## 2. Порядок поетапної обробки валу.

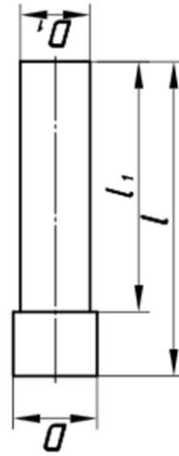
Після виконання центрових отворів обробляють циліндричні поверхні, починаючи з найбільших за величиною діаметрів. Менші за величиною діаметри виконують пошаровим зняттям матеріалу.

Приклад поетапного виконання деталі типу "Вал".

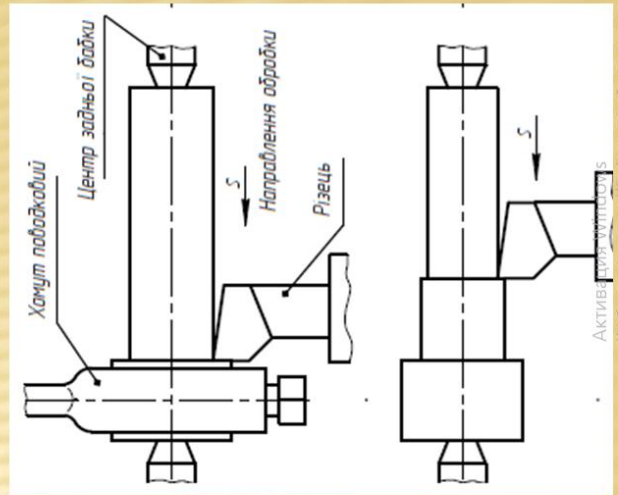
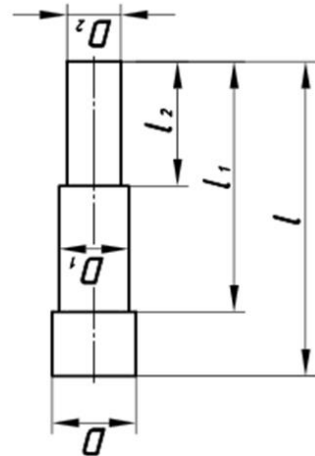
1 етап. Виконано центрові отвори й діаметр  $D$



2 етап. Виконано елемент, що має циліндричну поверхню з діаметром  $D_1$  і довжиною  $l_1$ .



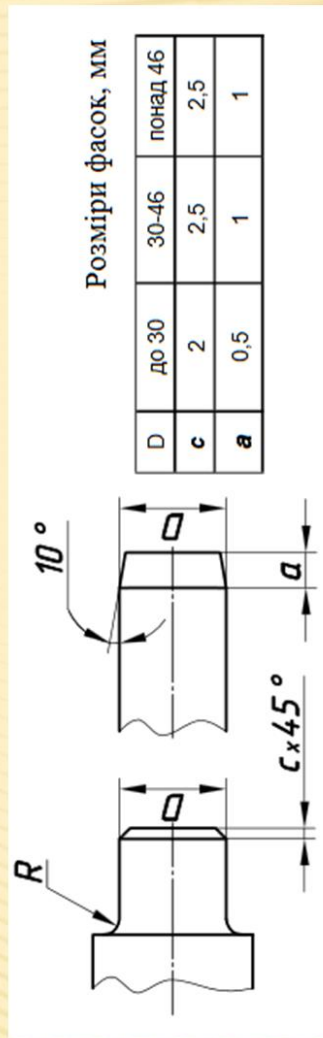
3 етап. Виконано елемент, що має циліндричну поверхню з діаметром  $D_2$  і довжиною  $l_2$ .



Активна частина  
щоб активувати Відеореєстр, перейдіть в розділ "Параметри".

### 3. Фаски.

З метою зручності монтажу й захисту валу від пошкоджень виконуються фаски за ГОСТ 10948-64.

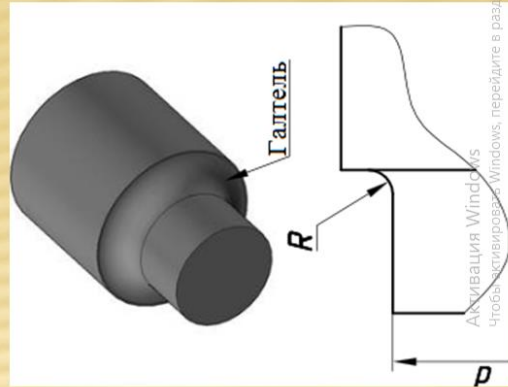


### 4. Галтелі.

Галтель – плавний перехід по криволінійній поверхні від одного ступеня валу до іншого в місцях різкої зміни діаметру валу. Галтелі підвищують міцність деталей в місцях різкого переходу, знижуючи внутрішні напруги на цій ділянці. Розміри галтелей відповідають ГОСТ 10948-64.

#### Розміри галтелей, мм

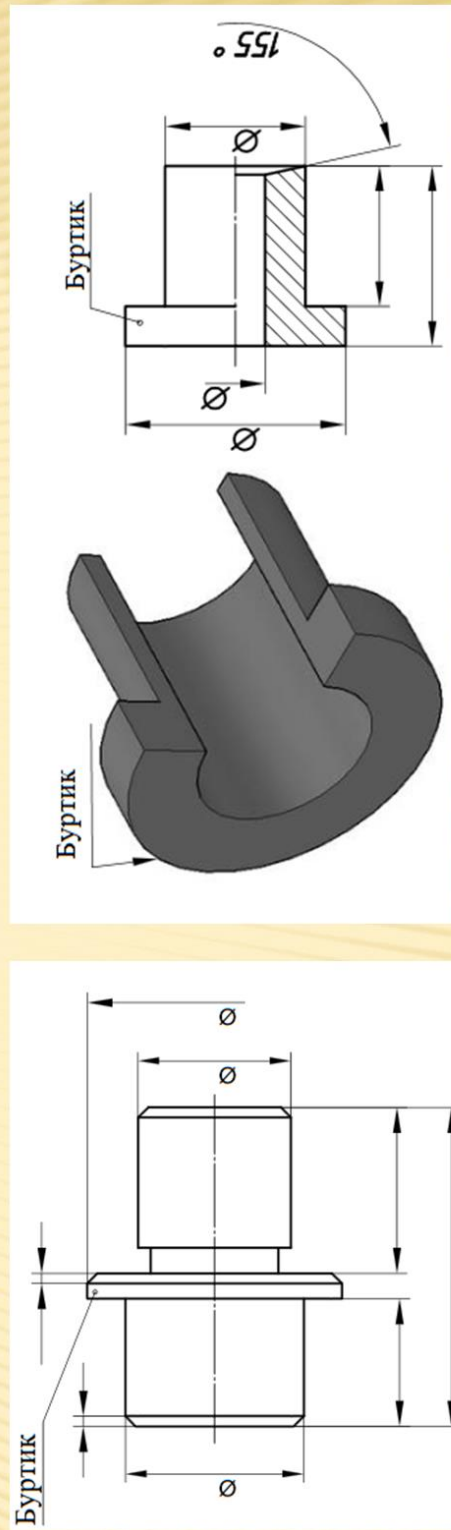
d	10	15	20	25	50
R	0,5	0,7	1	1,25	2,5



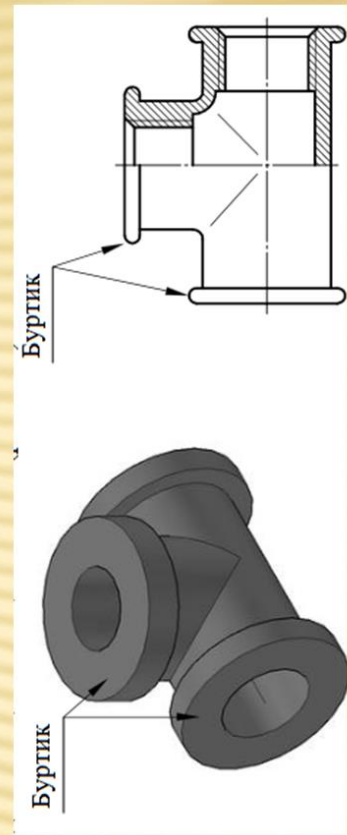


## 5. Буртик.

Буртик (бурт) - кільцевий виступ на деталі, призначений для створення необхідної упорної поверхні, також для запобігання випадання деталей (втулки).

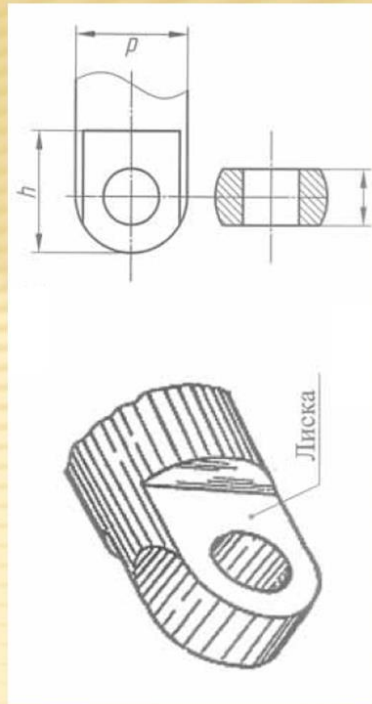
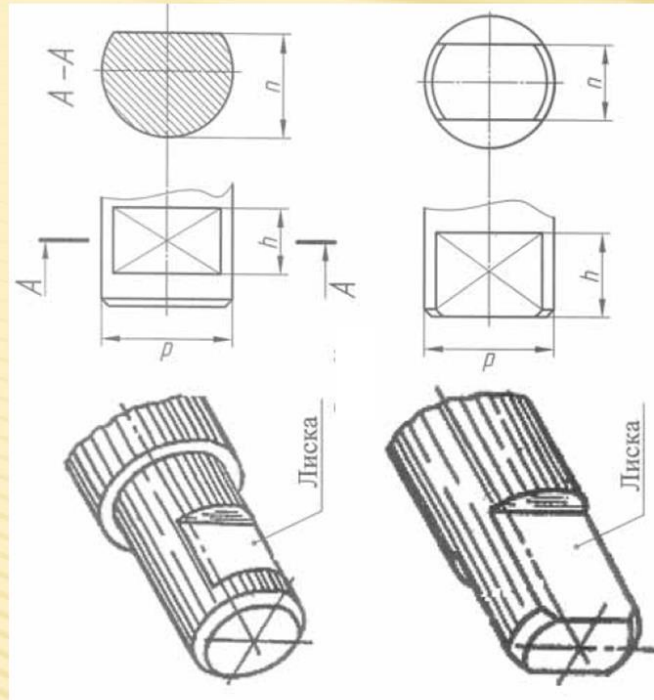


Застосовується також для зміцнення кінцевих частин деталей..



## 6. Лиски.

**Лиска** – це плоска ділянка на поверхні обертання. Лиски виконуються з одного, з двох або з чотирьох боків деталі для обхвату гайковим ключем або для з'єднання з іншою деталлю. Лиски виконуються зазвичай на хвостовику валу.



## 7. Хвостовик.

Хвостовик – це кінець деталі, за допомогою якого деталь установлюють і закріплюють в отворах інших деталей. Форма й розміри діаметрів, квадратів й лисок хвостовиків установлені ДСТУ ГОСТ 9523:2008.

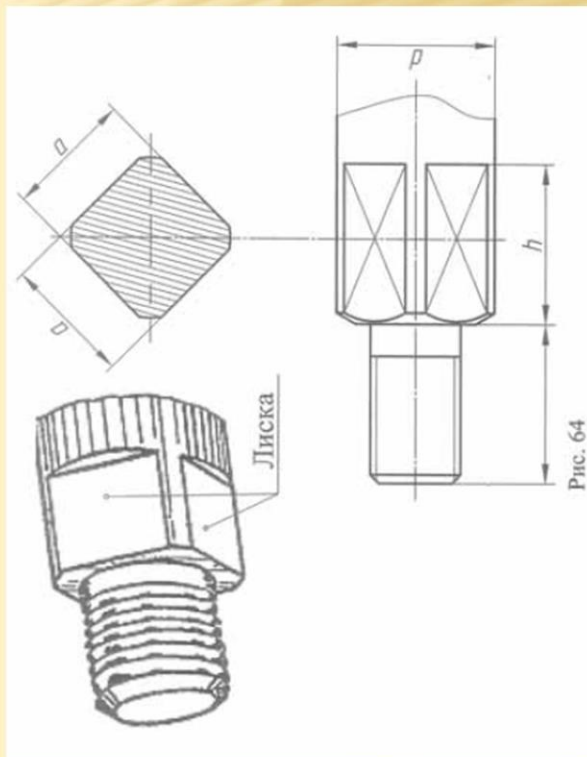
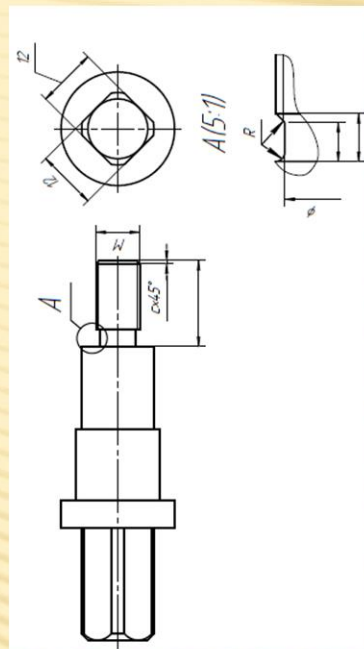


Рис. 64

Таблиця 23 Розміри діаметрів, квадратів і лисок хвостовиків валів

Діаметр хвостовика, $d$ , мм	$a$ , мм	Тип 1 $h$	Тип 2 $n$
9	7	10	7
10	8	11	
11	9	12	
12	10	13	
14	11	14	9
16	12	15	
18	14.5	17	
20	16	19	
25	20	23	9
28	22	25	

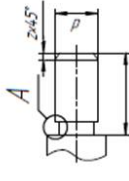
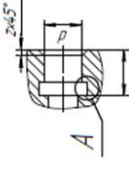
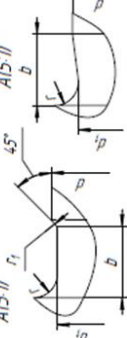
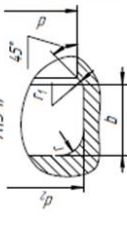
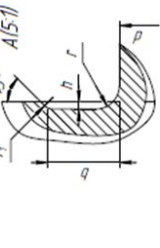
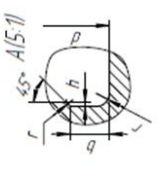
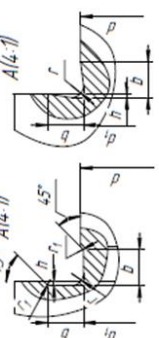
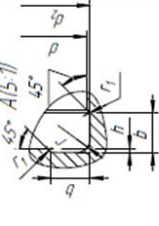
Активация Windows

Щоб активувати Windows, перейдіть в розділ "Параметри".

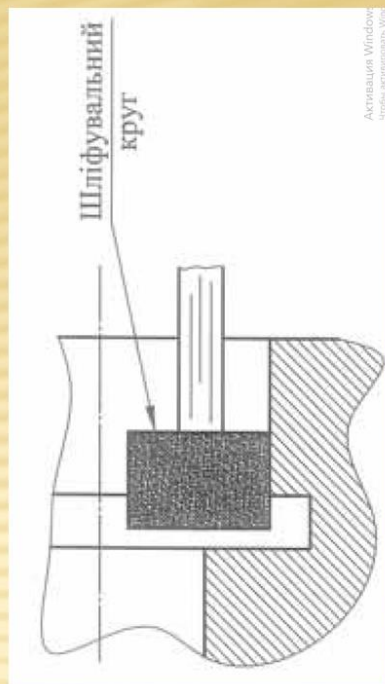


## 8. Канавки для виходу шліфувального круга.

4.17 Канавки для виходу шліфувального круга ГОСТ 8820-69

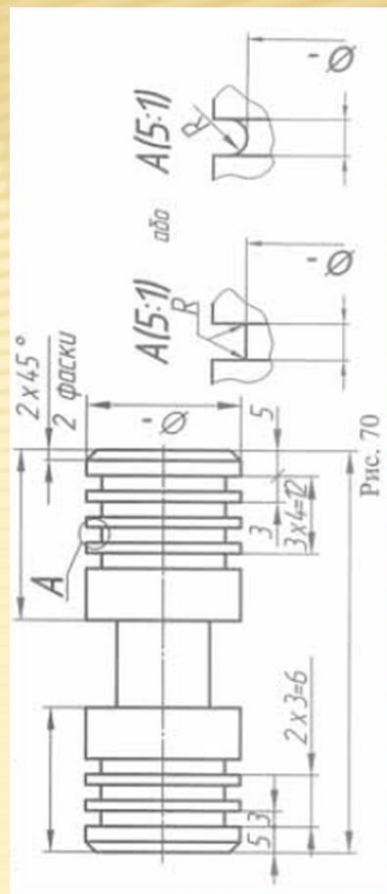
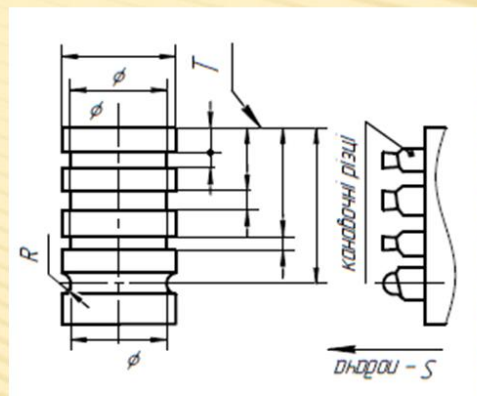
Шліфування	Зовнішнє	Внутрішнє
		
По циліндру		
По торцю		
По циліндру та торцю		

b	d	h	r	r <sub>1</sub>	d <sub>1</sub> зовнішнє шл.	d <sub>2</sub> внутрішнє шл.
1	E 10	0,2	0,3	0,2	d-0,3	d+0,3
1,6		0,2	0,5	0,3	d-0,3	d+0,3
2		0,3	0,5	0,3	d-0,5	d+0,5
3	10 E 50	0,3	1	0,5	d-0,5	d+0,5
5	50 E 100	0,5	1,6	0,5	d-1	d+1
8	100 E	0,5	2	1	d-1	d+1
10		0,5	3	1	d-1	d+1



## 9. Масляні ущільнювальні канавки та канавки для стопорних кілець.

Масляні ущільнювальні канавки та канавки для стопорних кілець виконують на поверхнях валів (золотників) у гідроциліндрах й клапанах високого тиску.



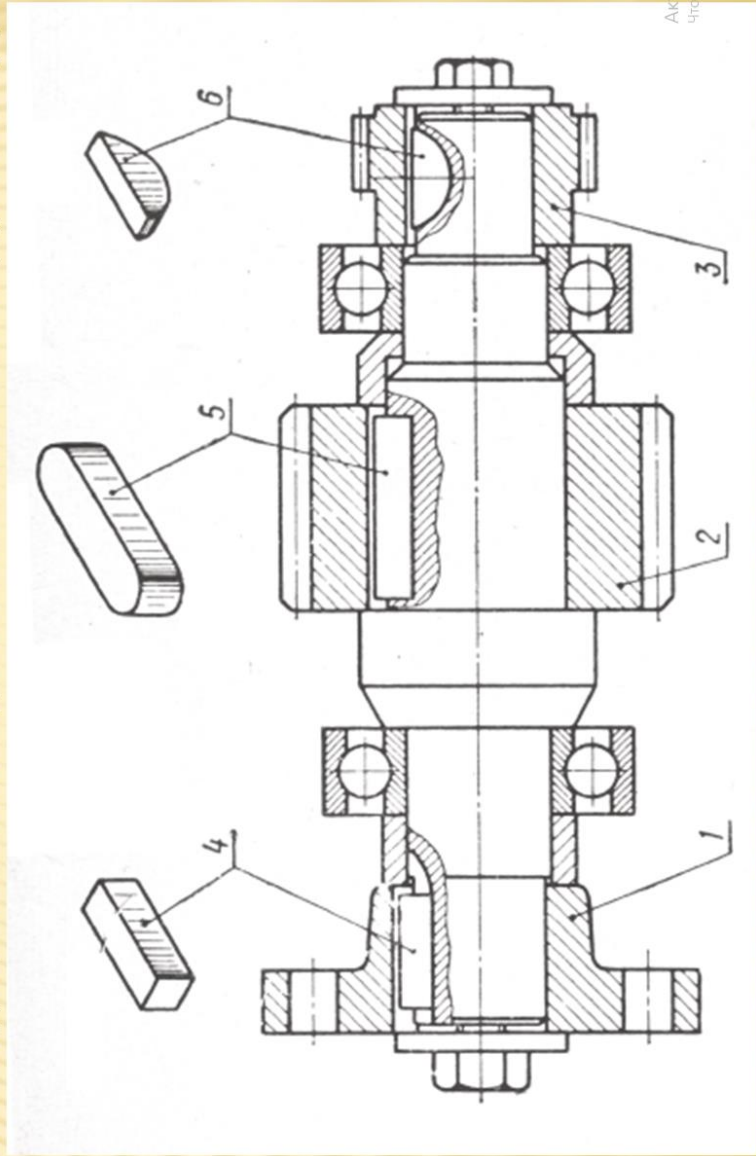
Досить часто в машинобудуванні зустрічаються деталі (поршні, золотники та ін.), на яких виконано по декілька канавок. На рис. показаний золотник с трьома прямокутними канавками та однією напівкруглою. Ці канавки на токарному верстаті можуть бути оброблені набором різців за одну операцію. На кресленку мають бути дані розміри для встановлення кожного різця в супорті (наприклад, від технологічної бази  $T$ ). При такому нанесенні розмірів можливе найбільш точне встановлення різця ( $i$ , відповідно, розташування канавок) відносно торця  $T$ .

## 10. Шпонкові пази.

Паз – це виймка (заглиблення) або отвір довгастої форми, виконаний зазвичай вздовж осі деталі та обмежений з боків паралельними площинами.

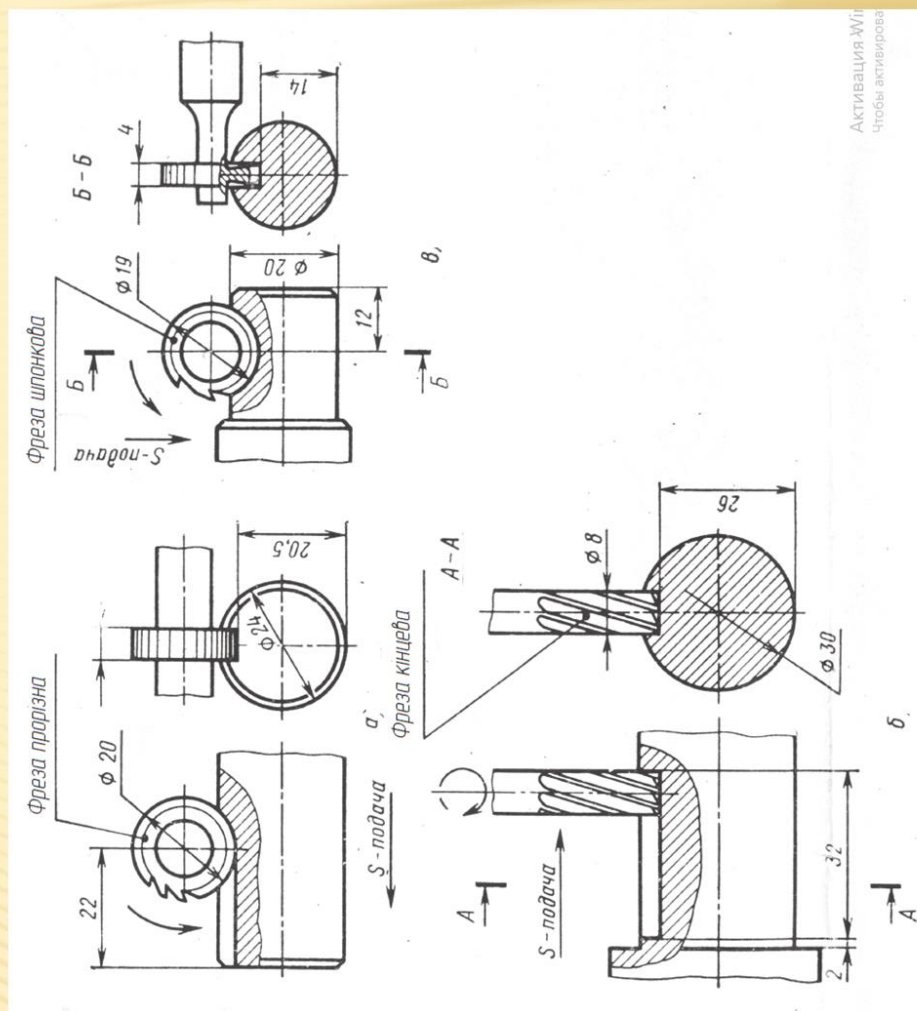
Шпонковий паз призначений для встановлення деталі «шпонка», яка забезпечує передачу обертального моменту та осьової сили в роз'ємних з'єднаннях.

За конструкцією шпонки поділяються на призматичні (5), клинові (4) та сегментні (6).





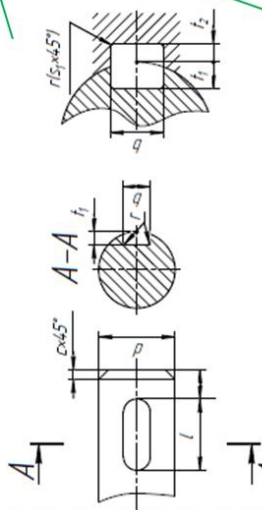
На рисунку показані схеми обробки цих пазів та необхідні розміри. Паз під призматичну шпонку 4 з плоскими кінцями фрезерують прорізною фрезою. Довжина паза з повним профілем визначається розміром 22. Діаметр фрези слід вибирати мінімально можливим.



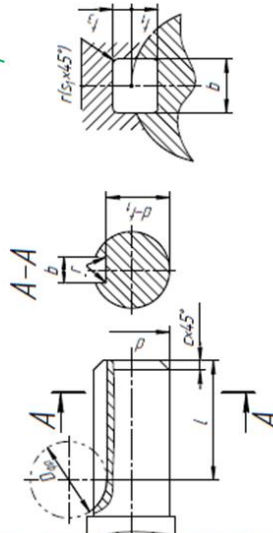
Паз під призматичну шпонку 5 із закругленими кінцями фрезерують кінцевою фрезою. Діаметр фрези вибирають по розміру шпонки (8), а довжину фрезерування (розмір 32) — з конструктивних розрахунків — по довжині шпонки.

Паз під сегментну шпонку 6 фрезерують спеціальною шпонковою фрезою, діаметр якої визначається діаметром шпонки.

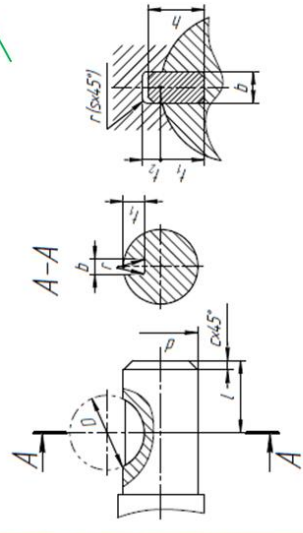
Розміри шпонкових пазів  
під призматичні шпонки ГОСТ 23360-78\*



Розміри шпонкових пазів  
під клинові шпонки ГОСТ 24068-80\*



Розміри шпонкових пазів  
під сегментну шпонку ДСТУ ГОСТ 24071:2005



d	b	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	l	r(s <sub>1</sub> )
6E8	2	1,2	1,0	0,5	6E20	0,08E0,16
8E10	3	1,8	1,4	0,9	6E36	0,08E0,16
10E12	4	2,5	1,8	1,2	8E45	0,08E0,16
12E17	5	3,0	2,3	1,7	10E56	0,16E0,25
17E22	6	3,5	2,8	2,2	14E70	0,16E0,25
22E30	8	4,0	3,3	2,4	18E90	0,16E0,25
30E38	10	5,0	3,3	2,4	22E110	0,25E0,4
38E44	12	5,0	3,3	2,4	28E140	0,25E0,4
44E50	14	5,5	3,8	2,9	36E160	0,25E0,4
50E58	16	6,0	4,3	3,4	45E180	0,25E0,4
58E65	20	7,0	4,4	3,4	50E200	0,25E0,4

Ряд довжин призматичних шпонок

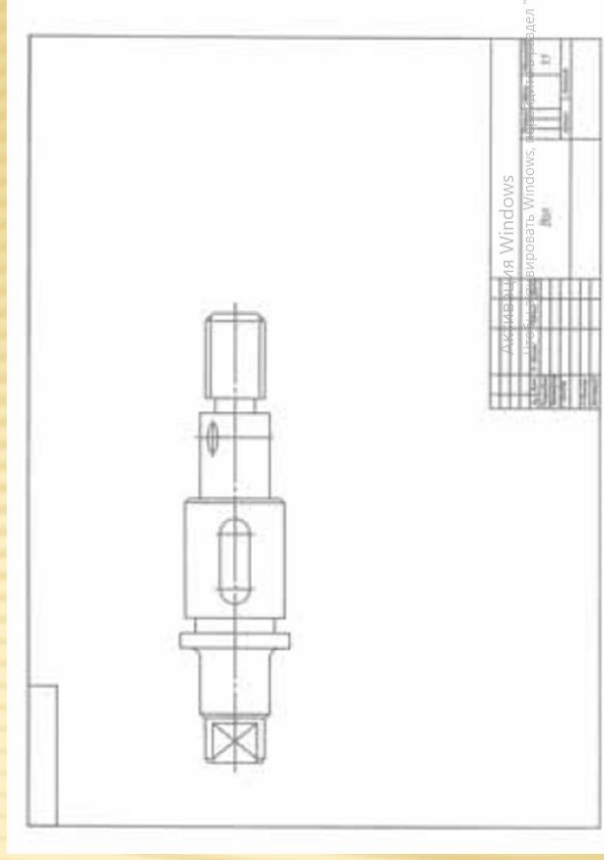
l	6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125
---	---

d	Шпонка				Паз		
	b	h	D	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	r <sub>1</sub> (s <sub>1</sub> )	
3E4	1	1,4	4	1,0	0,6	0,08E0,16	
4E5	1,5	2,6	7	2,0	0,8	0,08E0,16	
5E6	2	2,6	7	1,8	1,0	0,08E0,16	
6E7	2	3,7	10	2,9	1,0	0,08E0,16	
7E8	2,5	3,7	10	2,7	1,2	0,08E0,16	
8E10	3	5	13	3,8	1,4	0,08E0,16	
10E12	3	6,5	16	5,3	1,4	0,08E0,16	
12E14	4	6,5	16	5,0	1,8	0,16E0,25	
14E16	4	7,5	19	6,0	1,8	0,16E0,25	
16E18	5	6,5	16	4,5	2,3	0,16E0,25	
18E20	5	7,5	19	5,5	2,3	0,16E0,25	
20E22	5	9	22	7,0	2,3	0,16E0,25	
22E25	6	9	22	6,5	2,8	0,16E0,25	
25E28	6	10	25	7,5	3,3	0,25E0,4	
28E32	8	11	28	8,0	3,3	0,25E0,4	
32E38	10	13	32	10,0	3,3	0,25E0,4	



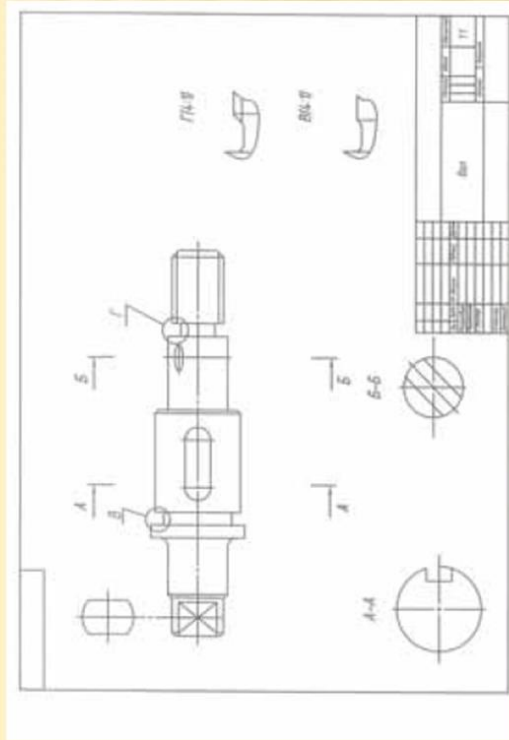
## Етапи виконання ескізу деталі типу «Вал»

1. Ознайомитися з конструкцією деталі. Визначити її конструктивні та технологічні елементи: центрові отвори, проточки, канавки для виходу шліфувального круга, нарізі, фаски, лиски, шпонкові пази, галтелі, буртики та ін.
2. Визначити головний вид деталі. Вісь головного виду розташована горизонтально, тому що під час обробки на токарному верстаті вона займає горизонтальне положення. Ступені валу з найбільшими діаметрами слід розташовувати зліва.
3. Визначити необхідні розрізи, перерізи, виносні елементи, які слід виконати для розкриття форми всіх елементів вала.
4. Встановити величину головного виду деталі та розташування її інших зображень на форматі А3.
5. Провести вісь та зовнішні контури головного виду.

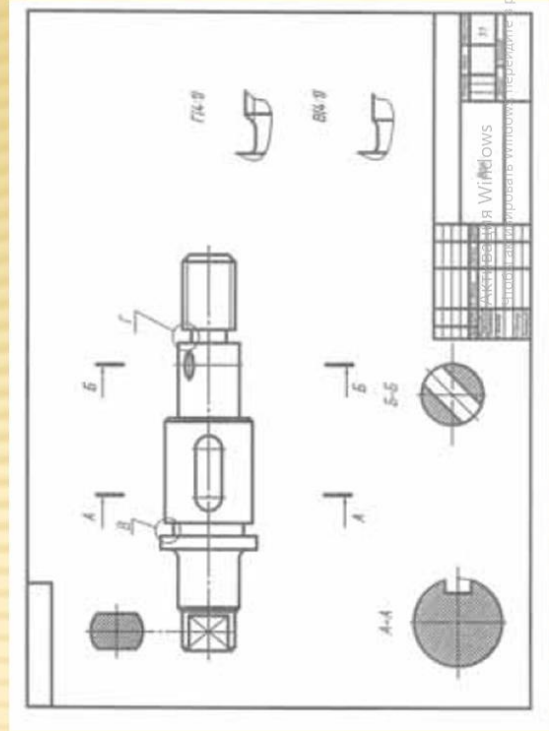




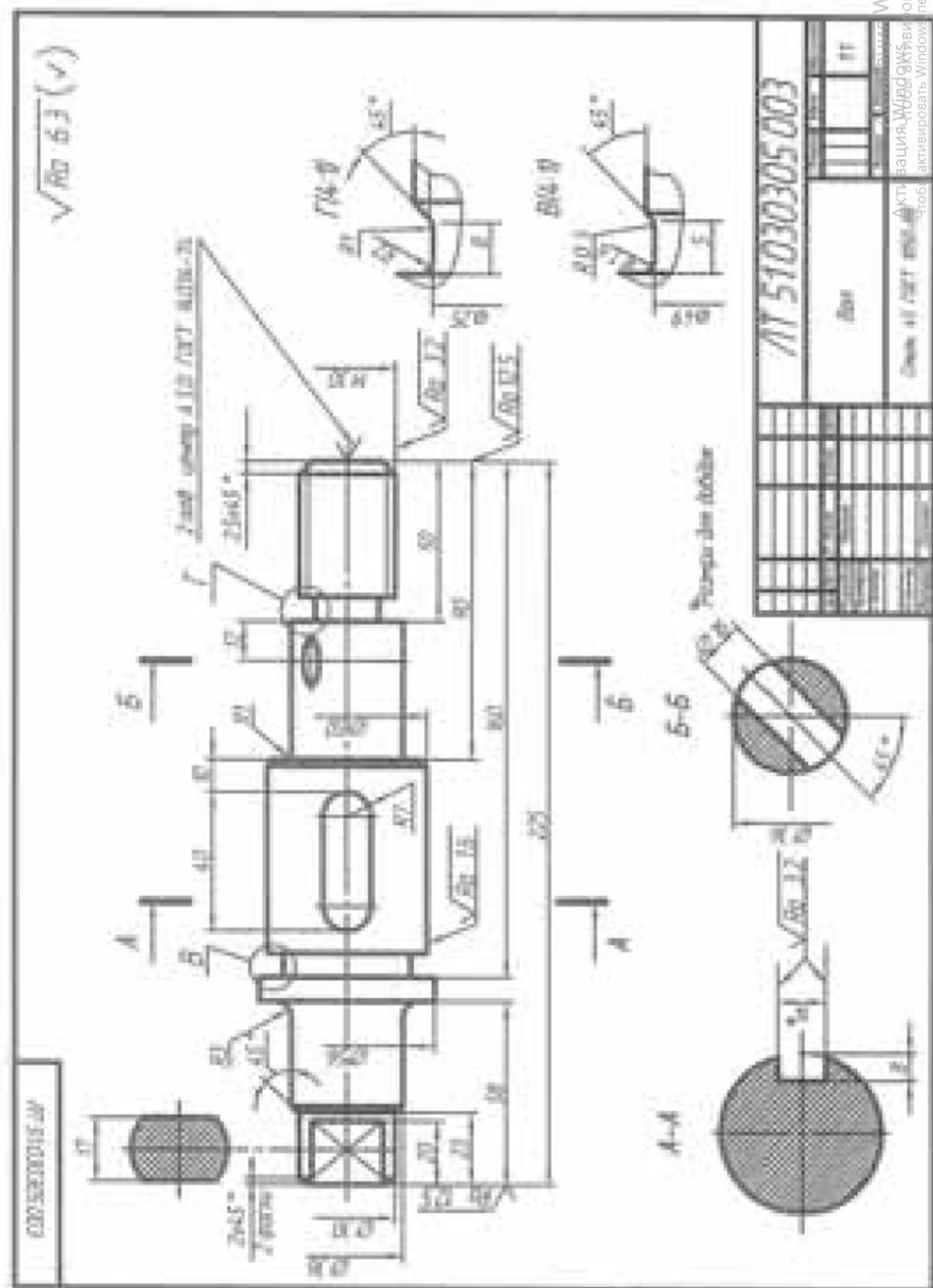
7. Виконати розрізи, перерізи, місцеві види та виносні елементи.



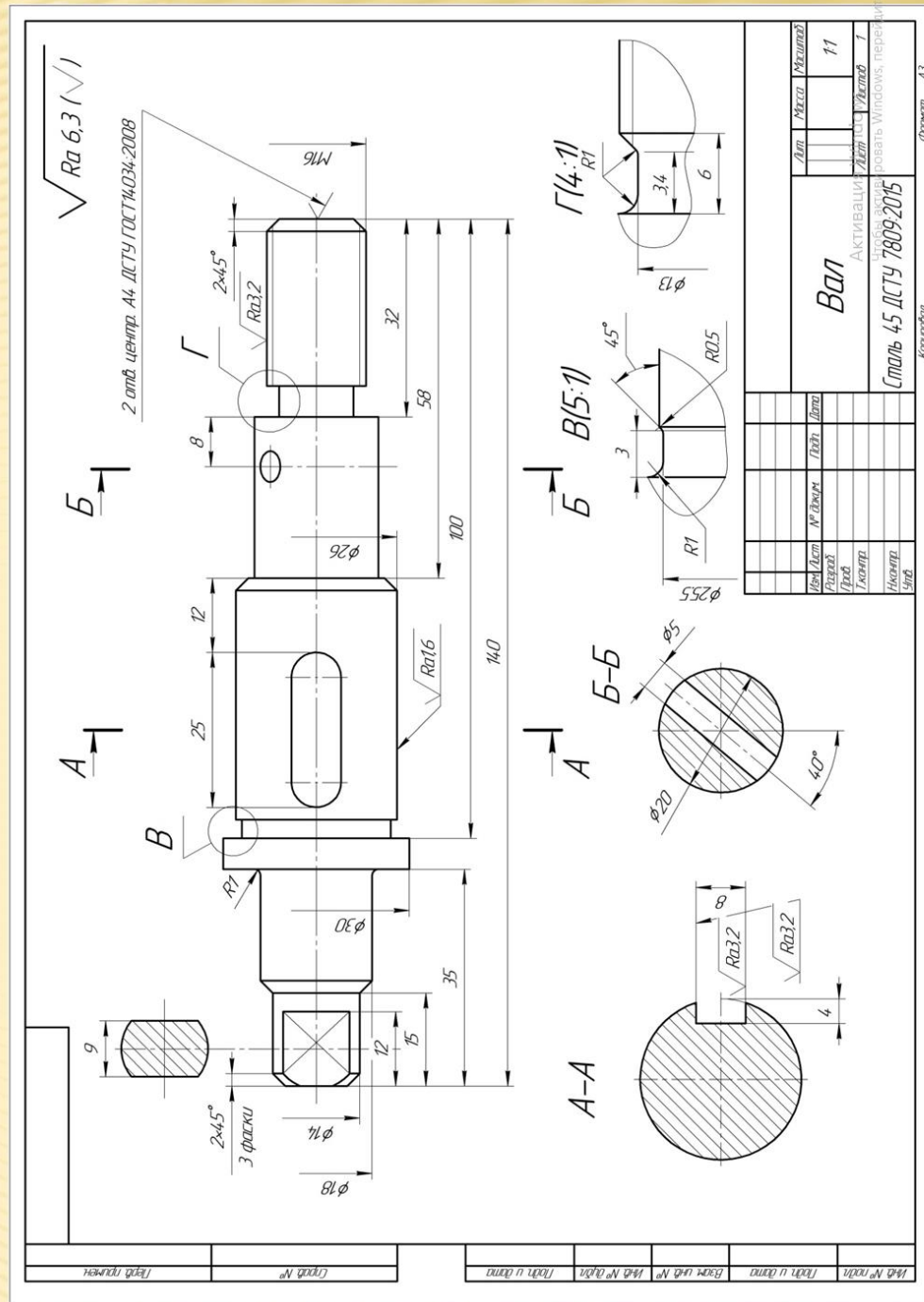
8. Навести кресленик суцільною товстою основною лінією, виконати штрихування перерізів.



8. Нанести розміри та шорткість поверхонь. Заповнити основний напис.



## Зразок креслення





## Висновки

1. На робочих креслениках вал розташовується так, щоб його вісь була горизонтальна.
2. На кресленнику надається головний вид вала та розрізи, перерізи, виносні елементи, які розкривають конструктивні та технологічні елементи вала.
3. Конструктивні та технологічні елементи вала слід узгоджувати зі стандартами на ці елементи.
4. На робочих креслениках необхідно вказувати шорсткість всіх поверхонь деталі та матеріал для її виготовлення.

### **Питання та завдання для самоперевірки**

1. Як розташовується на кресленнику головний вид деталі, поверхні якого є поверхнями обертання?
2. Особливості виконання робочого кресленника деталі типа «Вал».
3. Наведіть приклади конструктивних елементів вала.
4. Наведіть приклади технологічних елементів деталі типа «Вал».
5. Особливості нанесення розмірів на деталях, поверхні яких представляють собою поверхні обертання.

## **Лекція 4. Ескізи та робочі кресленики. Колесо зубчасте**

Лекція присвячена розгляду зубчастих передач, розрахунку, зображенню та оформленню креслеників зубчастих коліс.

Наведені наочні приклади зубчастих зачеплень, які застосовуються для передачі обертального руху з одного вала на інший. Надається поняття зубчастого зачеплення, що включає провідну шестерню та ведене зубчасте колесо.

Розглядаються основні елементи та параметри зубчастого колеса, наведені формули для розрахунку його параметрів.

Надані приклади виконання робочих креслеників циліндричних зубчастих коліс згідно із відповідними стандартами та розглянуті особливості його оформлення. Наведена достатня кількість прикладів робочих креслень зубчастих коліс.



# Тема 3. Ескізи та робочі кресленняи

## Колесо зубчасте

Активация Windows  
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Пара

## Основні питання

1. Зубчасті зачеплення.
2. Характеристики деталей типу «Колесо зубчасте».
3. Розрахунок елементів циліндричних коліс.
4. Особливості виконання кресленика деталі типу «Колесо зубчасте».
5. Таблиця параметрів.
6. Нанесення розмірів та шорсткості на кресленику.
7. Зразки креслеників.
8. Висновки.



## Зубчасті зачеплення

Основу конструкції майже будь-якого механізму складають елементи, які передають механічне зусилля від двигуна на робочий орган. Залежно від принципу дії прийнято розрізняти декілька видів таких передач: кліноременні, фрикційні або черв'ячні. Але найширшого поширення в техніці набули зубчасті передачі.

Зубчасті передачі займають одне з основних місць серед механічних передач і є важливою складовою частиною більшості сучасних машин і приладів.

Зубчастою передачею називають механізм, який застосовується для передачі обертального руху з одного валу на іншій і зміни частоти обертання за допомогою зубчастих коліс і рейок.





Зубчасте колесо, що закріплено на передавальному обертання валу, називають ведучим, а на одержуючому обертання — веденим. Менше з двох коліс зв'язаної пари називають шестернею; більше — колесом; термін «зубчасте колесо» відноситься до обох деталей передачі.

Такі механізми в простому випадку використовують пару, що включає провідну шестерню і колесо зубчасте. Завдяки зубчастій формі поверхні ці елементи входять в зачеплення між собою і за рахунок цього передають обертання з одного валу на іншій.



Активізація Windows. Щоб активувати Windows, відітьте в разділі "Параметри".

## Характеристики деталі типу «Колесо зубчасте»

### 1. Основні елементи та параметри зубчастого колеса

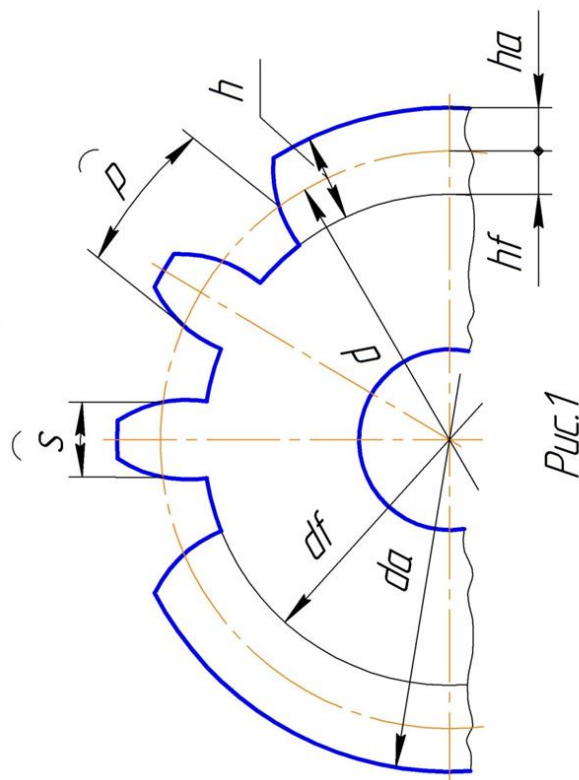


Рис. 1

$z$  – кількість зубців колеса  
 $i$  – передаточне число  
 $d$  – діаметр ділильний  
 $d_0$  – діаметр кола вершин  
 $d_f$  – діаметр кола западин  
 $h_0$  – висота головки зуба  
 $h_f$  – висота ніжки зуба  
 $h$  – повна висота зуба  
 $P$  – крок зачеплення

$m$  – модуль;  
 $S$  – товщина зуба по дізі ділильного кола  
 $d_w$  – діаметр початкового кола  
 $d_w' = d$  – для немодифікованих коліс  
 $x$  – коефіцієнт зміщення вихідного контуру  
 $b$  – ширина вінця

У зубчастого колеса розрізняють тіло й зубці. Зубцями називають виступи на тілі колеса, які передають рух завдяки взаємодії з другим колесом.

Тіло колеса має маточину, диск або спиці й обід. ГОСТ 16531-83 установлює такі основні параметри зубчастого вінця:

$P$  – крок зачеплення,  
 $z$  – число зубців,

$d_a$  – діаметр кола вершин зубців,

$d_f$  – діаметр кола западин,

$d$  – діаметр ділильного кола.



Ділильним колом називають уявне коло, яке при виготовленні колеса ділиться на частини, що дорівнюють кроку зачеплення.

Тоді:

$$\pi d = Pz$$

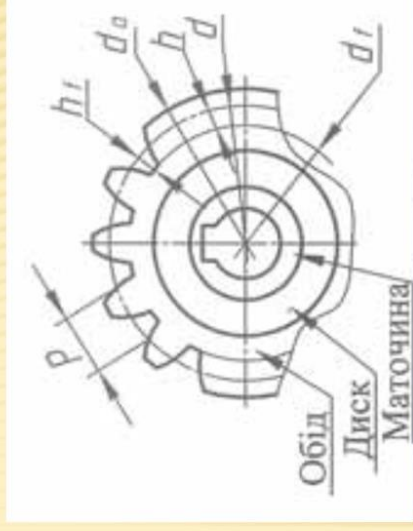
$$d = \frac{P}{\pi} z$$

$$d = mz.$$

Величина, в  $\pi$  разів менша за крок, називається модулем. Модуль визначається за формулою:

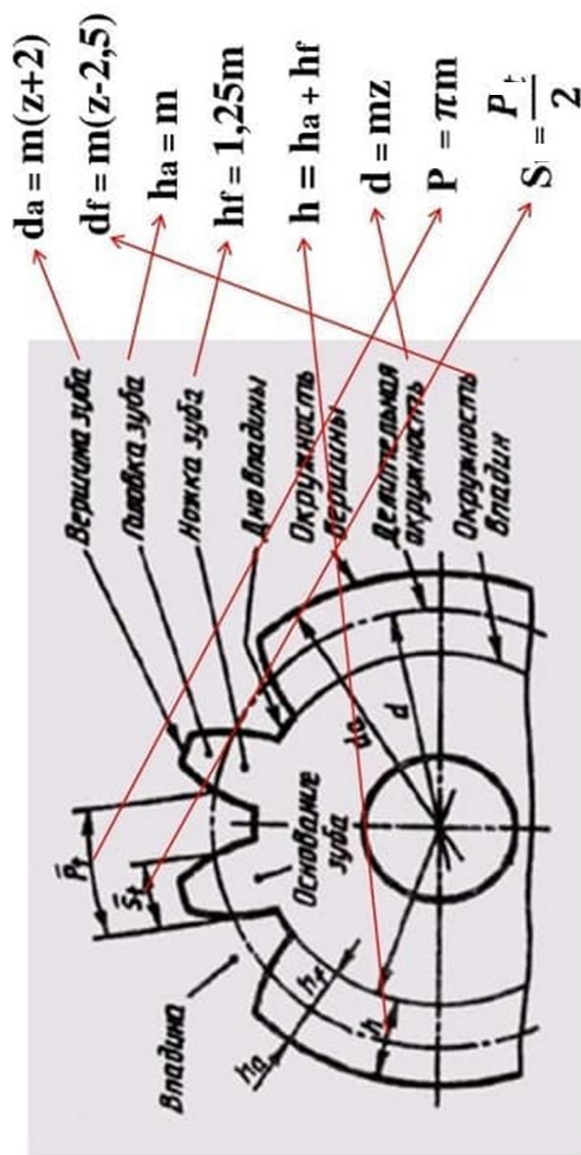
$$m = \frac{P}{\pi}$$

У зубців виділяють головку та ніжку. Висота головки зуба:  $h_a = m$ .  
Висота ніжки зуба :  $h_f = 1,25m$ .





## Формулы для розрахунку параметрів зубчастого колеса



Шаг зацепления  $P$  определяется длиной дуги делительной окружности между одинаковыми точками двух соседних зубьев

Отношение  $\frac{P}{\pi}$  называют модулем зубчатого колеса, обозначают буквой **m** и измеряют в миллиметрах

## Розрахунок елементів циліндричних коліс

При виконанні креслення зубчастого колеса з натури вимірюють його діаметр, ширину вінця та підраховують кількість зубців. Інші параметри треба розрахувати за наведеними формулами.

$d_0 = \frac{m \cdot z}{z+2}$  – розраховують та уточнюють;

$d_0, z$  – вимірюють

Таблиця 1

Назва елемента	Формули для розрахунку
Діаметр ділільний	$d = m \cdot z$
Висота головки зуба	$h_0 = m$
Висота ніжки зуба	$h_f = 1,25m$
Повна висота зуба	$h = 2,25m$
Діаметр кола вершин	$d_0 = m(z+2)$
Діаметр кола западин	$d_i = m(z-2,5)$

### III. Стандартні значення модулів

Першому ряду слід надавати перевагу

Таблиця 2

Перший ряд	0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20
Другий ряд	0,55; 0,7; 0,9; 1; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7

Активация Windows  
Щоб активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".



## Особливості виконання креслення деталей типу «Колесо зубчасте»

Робочі кресленики зубчастих колес виконуються по правилам, встановленим відповідними стандартами.

Правила виконання робочих креслеників циліндричних зубчастих колес встановлені стандартами ГОСТ 2.402-68, ГОСТ 2.403-75.

Для виконання робочого креслення циліндричного зубчастого колеса достатньо двох зображень:

- головного зображення, що представляє собою повний фронтальний розріз;
- місцевого виду зліва, що зображає тільки контур отвору у маточині колеса зі шпонковим пазом чи шлицями.

Така кількість зображень є мінімальною і достатньою до надання повної інформації щодо цієї деталі.

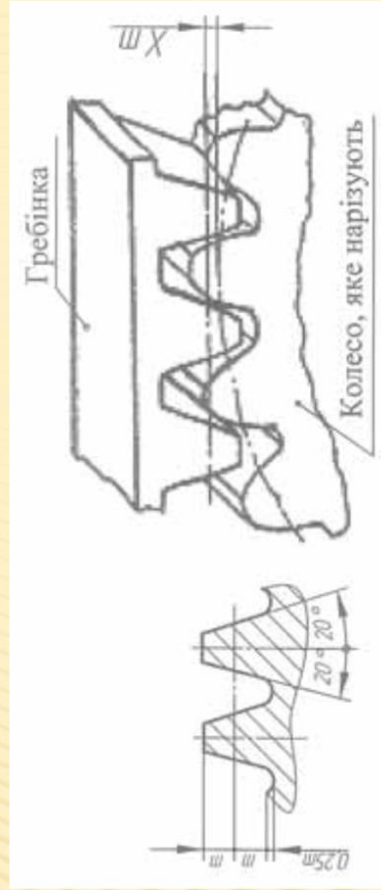
Зображення профіля зуба не вказується, тому що його профілювання виконується стандартним різальним інструментом, а дані для цього інструмента надаються у таблиці параметрів зубчастого колеса, яка розташовується у правому верхньому куті формату.

Активізуйте Windows, перейдіть в розділ "Параметри".

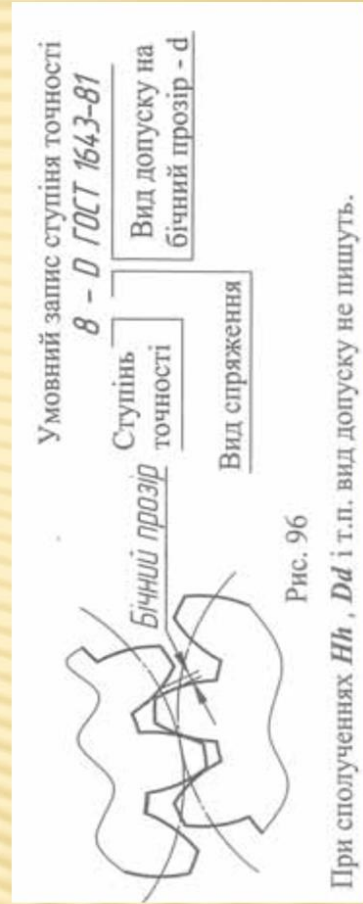


Зубчасті колеса нарізають модульними й черв'ячними фрезами, довб'яками й гребінками.

Гребінками користуються при нарізуванні колес способом обкатки. Зубці гребінок профілюються по западинах вихідного контуру (ГОСТ 13755-81).



Для усунення підрізування ніжки зубців при нарізуванні колеса гребінку зміщують на величину  $Xm$ , де  $X$  – коефіцієнт зміщення вихідного контуру (відношення зміщення вихідного контуру до розрахункового модуля).



Умовний запис ступіня точності

$8 - D$  ГОСТ 1643-81

Ступінь точності

Вид допуску на бічний прозір - d

Вид спряження

Рис. 96

При сполученнях  $Hh$ ,  $Dd$  і т.п. вид допуску не пишуть.

Колеса виготовляють різної точності. Всього ГОСТ 1643-81 встановлює 12 ступенів точності.

В машинобудуванні колеса виготовляють 7, 8, 9 ступенів точності.

Крім того, встановлені види спряжень  $H$ ,  $E$ ,  $D$ ,  $C$ ,  $B$ ,  $A$  і види допусків на бічний зазор  $h$ ,  $d$ ,  $c$ ,  $b$ ,  $a$ ,  $z$ ,  $y$ ,  $x$ .

## Таблиця параметрів.

На робочому кресленку колеса у правому верхньому куті розміщується таблиця параметрів.

Розміри граф таблиці, її розташування надано на рисунку.

Таблиця параметрів зубчастого вінця складається з трьох частин, які відділяють одна від одної суцільною товстою основною лінією:

- основні дані (для виготовлення);
- дані для контролю;
- довідкові дані.

В таблиці параметрів наводять:

1. Модуль за ГОСТ 9563-60 для зубчастого колеса з прямими зубцями - модуль « $m$ »; для зубчастого колеса з косими зубцями - нормальний модуль « $m_n$ » або торцевий модуль « $m_t$ » (поз.1).
  2. Кількість зубців « $z$ » (поз.2);
  3. Нормальний вихідний контур (профіль контуру інструмента, який нарізає зубці.)
- Якщо всі елементи зубців обирають за стандартом, то роблять посилання на номер стандарту ГОСТ 13755-81.

Модуль	$m$	(1)
Число зубців	$z$	(2)
Нормальний вихідний контур		(3)
Коефіцієнт зміщення	$x$	(4)
Ступінь точності		(5)
Діаметр дільний	$d$	(6)
Позначення креслення спряженого колеса		(7)
	10	35
	110	



4. Коефіцієнт зміщення вихідного контуру "x". Для немодифікованих коліс приймаємо  $x=0$ .
5. Ступінь точності та вид спряження за ГОСТ 1643-81. Згідно стандартам всього існує 12 ступенів точності. Найбільш розповсюджені 6, 7 і 8 ступені. Приклад запису ступеня точності та виду спряження "7 С ГОСТ 1643-81" - передача 7-й ступеня точності по всім трьом нормам точності зі спряженням коліс С.
6. Діаметр ділильній "d". Для немодифікованих зубців " $d=m \cdot z$ " (поз. 6).
7. Позначення кресленника, який спряжений із зубчастим колесом. (При виконанні креслення одиночної деталі ця графа не заповнюється).

Для виготовлення зубчастих коліс застосовуються такі матеріали.

*Колеса зубчасті виготовляють із високоуглецевої або легированої сталі, наприклад:*

Сталь 30Х	ДСТУ 7806:2015
Сталь 40Х	ДСТУ 7806:2015
Сталь 45	ДСТУ 7809:2015
Сталь 20	ДСТУ 7809:2015

На робочих кресленнях циліндричних зубчастих колес можуть бути наведені технічні вимоги.



## Нанесення розмірів та шорсткості на кресленку.

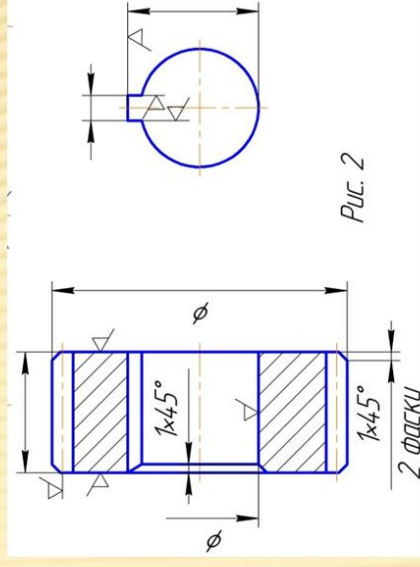
На робочому кресленку вказують наступні розміри:

1. На вінці (головне зображення):

- а) діаметр вершин;
- б) ширину зубчастого вінця;
- в) розміри фасок або радіуси закруглення на торцевих поверхнях зуба;

2. На ступиці:

- а) діаметр отвору під вал;
- б) величину шпонкового паза (розміри уточнити за стандартами);
- в) решта конструктивних розмірів наносяться за загальними правилами.



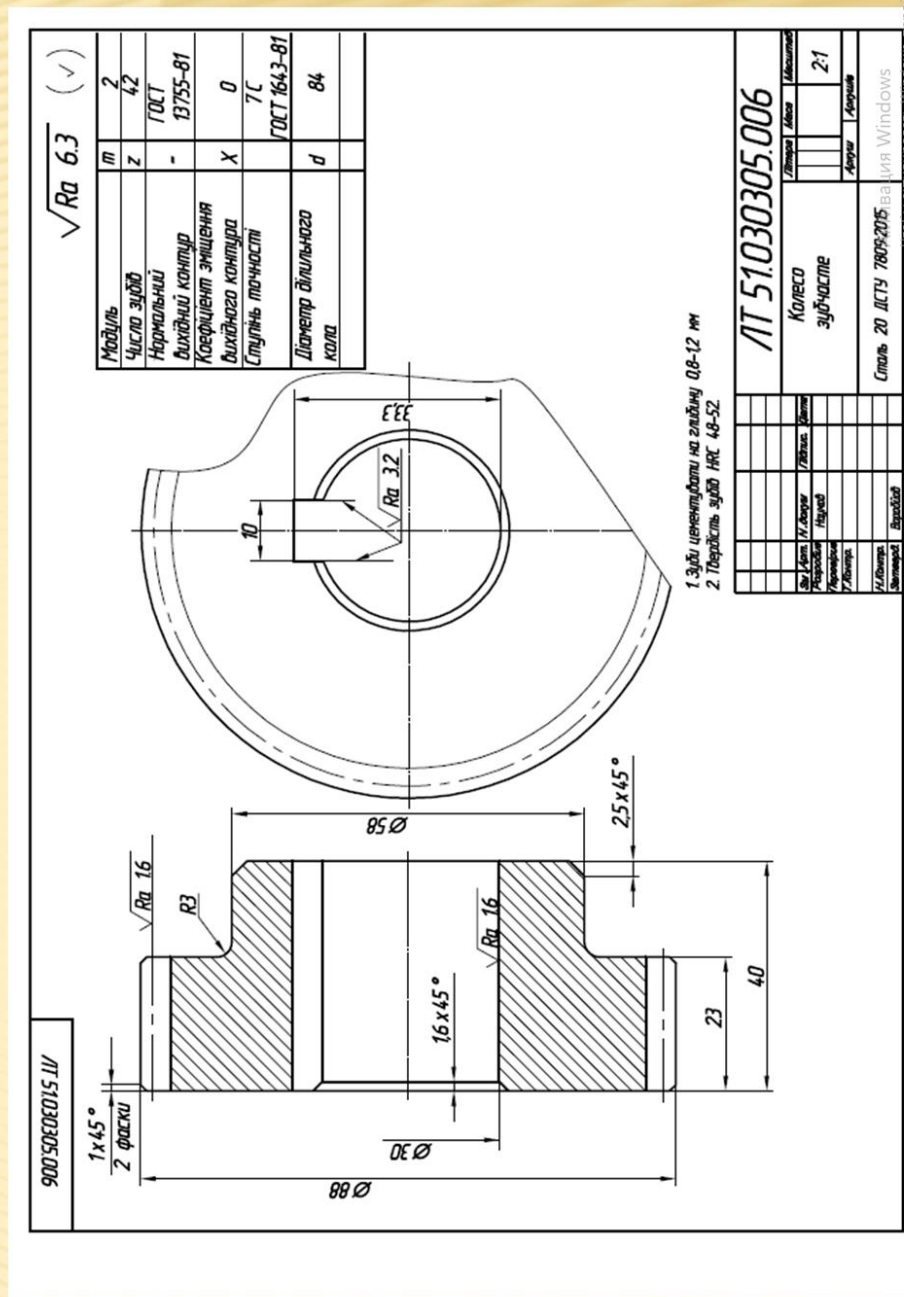
На робочому кресленку вказують наступні знаки шорсткості:

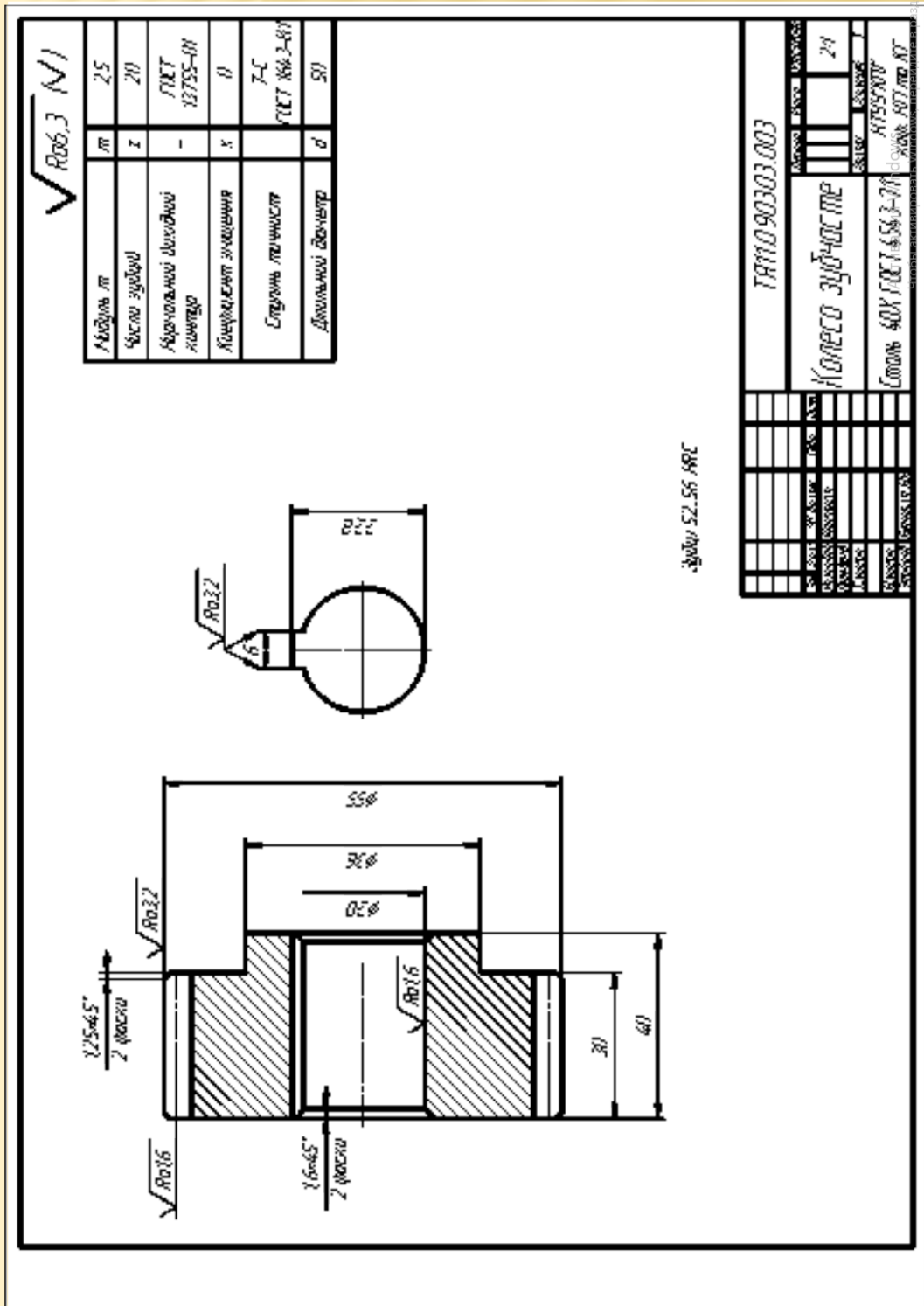
1. На вінці (головне зображення):

- а) шорсткість бокової поверхні зубців;

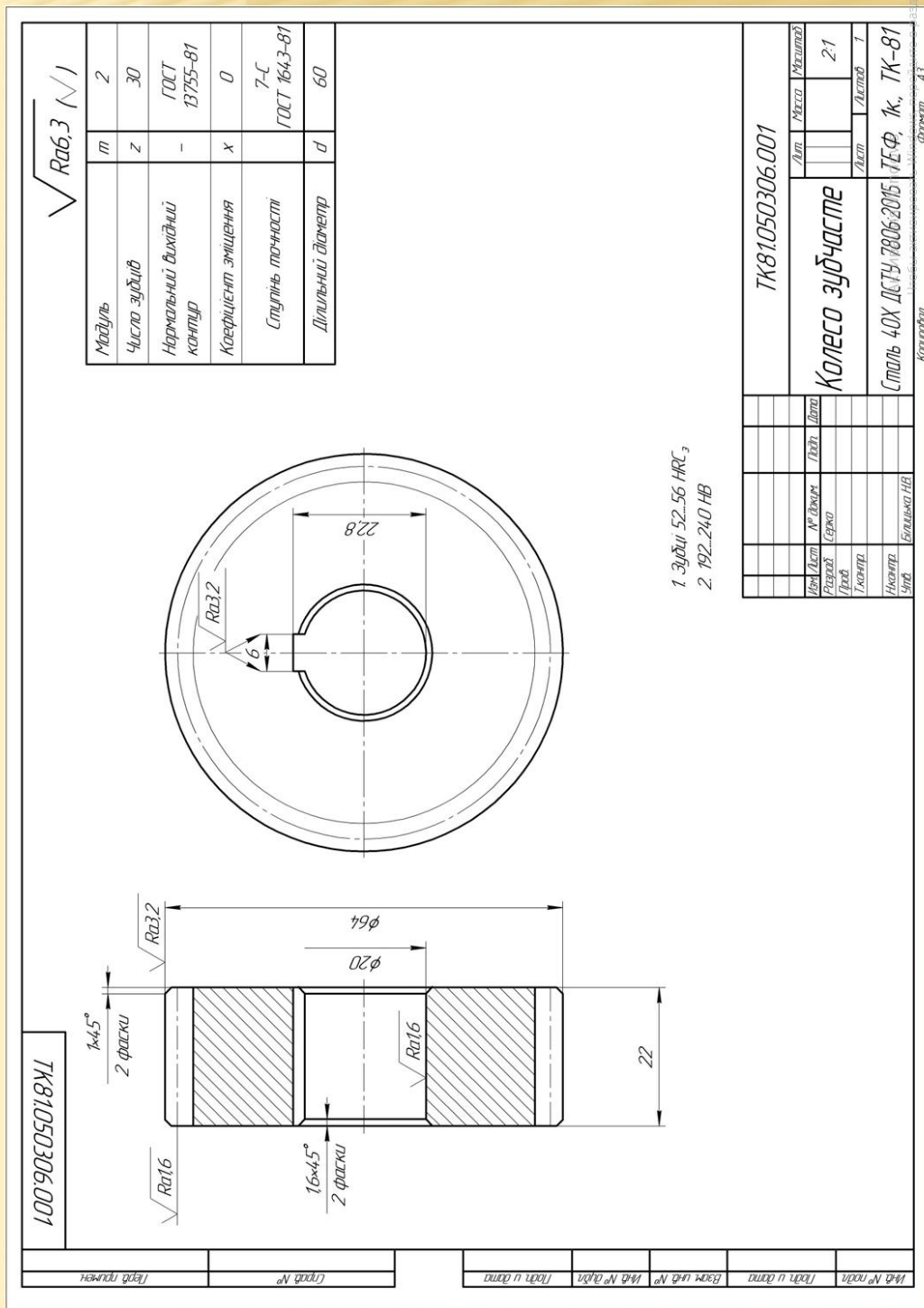
2. На ступиці - за загальними правилами нанесення знаків шорсткості.

## Зразки креслеників









## Висновки

1. Робочі кресленики зубчастих колес виконуються по правилам, встановленим відповідними стандартами.
2. Для виконання робочого креслення циліндричного зубчастого колеса достатньо двох зображень:
  - головного зображення, що представляє собою повний фронтальний розріз;
  - виду зліва або його місцевого виду, що зображає тільки контур отвору у маточині колеса зі шпонковим пазом чи шлицями.
3. Зображення профіля зуба не вказується.
4. Дані для колеса надаються у таблиці параметрів зубчастого колеса, яка розташовується у правому верхньому куті формату.
5. На робочих кресленнях циліндричних зубчастих колес можуть бути наведені технічні вимоги.

Активация Windows

Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

## **Питання та завдання для самоперевірки**

1. Для чого застосовують зубчасті колеса?
2. Яке колесо називають веденим, яке ведучим?
3. Що називається зубцями колеса?
4. Скільки зображень яких надають при виконанні креслеників зубчастих коліс?
5. Де на кресленику розташовуються технічні вимоги для виготовлення зубчастого колеса?



## ЛІТЕРАТУРА

1. Ванін В.В, Перевертун В.В, Надкернична Т.М. та ін. Інженерна та комп'ютерна графіка. К.: Вид.гр.ВНУ, 2009. — 400 с.
2. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка. — К.: Каравела, 2012. — 363 с.
3. Хаскін А.М. Креслення. — К.: Вища шк., 1985. — 440 с.
4. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів при вивченні теми "Розробка робочих креслеників та ескізів деталей при вивченні дисципліни "Інженерна графіка для студентів усіх спеціальностей" Укладачі: В.В. Ванін, О. М. Воробйов, А. Є. Ізволєнська, Н. А. Парахіна.- к., КПІ, 2009 р. — 106 с.

Навчальне видання

Білицька Надія Василівна.

Гетьман Олександра Георгіївна

## **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**

### **Розділ: МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ** **Курс лекцій для дистанційного режиму навчання**

Відповідальний редактор: Гнітецька Тетяна Віталіївна

Рецензенти:

Письменний Євген Миколайович

Башта Олена Трифонівна